

Biomasse til biogasanlæg i Danmark - på kort og langt sigt



**Torkild Birkmose
Kurt Hjort-Gregersen
Kasper Stefanek**

Revideret udgave, november 2013

INDHOLD

1. Sammendrag	3
1.1. Samlet opgørelse af biomassepotentialer og metanpotentiale	3
1.2. Konklusioner.....	4
2. Indledning og baggrund.....	7
2.1. Husdyrgødning.....	7
2.2. Tilsætnings biomasser	7
2.3. Nye biomasser	8
3. Husdyrgødning	9
3.1. Metode	9
3.2. Resultater	11
3.3. Konklusion og diskussion.....	15
3.4. Kilder.....	16
4. Prognose for produktion af husdyrgødning i 2020	17
4.1. Aarhus Universitet.....	17
4.2. Videncentret for Landbrug, Kvæg og Videncenter for Svineproduktion.....	17
4.3. Københavns Universitet, Fødevareøkonomisk Institut.....	18
4.4. Samlet vurdering af udviklingen	18
4.5. Kilder.....	18
5. Andre biomasser end husdyrgødning	19
5.1. Halm	19
5.2. Biomassepotentiale fra efterafgrøder	22
5.3. Biomasse fra naturarealer	24
5.4. Biomassepotentiale fra grøftekanter	28
5.5. Biomassepotentiale fra randzoner.....	31
5.6. Biomassepotentiale fra husholdningsaffald (dagrenovation)	32
5.7. Biomassepotentiale fra organisk industriaffald.....	34
5.8. Biomassepotentiale fra have- og parkaffald	37
5.9. Biomassepotentiale fra akvatisk biomasse	40
5.10. Biomassepotentiale fra majsensilage.....	42
5.11. Biomassepotentiale fra roer	46
5.12. Biomassepotentiale fra roetop	48
5.13. Biomassepotentiale fra græs og kløvergræs	49
6. Afsætning af afgasset biomasse fra biogasfællesanlæg	52
6.1. Muligheden for afsætning af afgasset biomasse.....	52
6.2. Barrierer for yderligere afsætning	53
6.3. Kilder.....	55
Bilag 1. Produktion af husdyrgødning opdelt på dyreart, besætningsstørrelser og kommuner	56
Bilag 2. Produktion af tørstof opdelt på dyreart, besætningsstørrelser og kommuner	60

1. SAMMENDRAG

1.1. Samlet opgørelse af biomassepotentialer og metanpotentiale

Tabel 1. Nuværende og fremtidigt potentiale, tons tørstof.

	2012	Potentiale 2020
Gylle	2.106.000	2.004.000
Dybstrøelse	937.000	900.000
Fast staldgødning	900.000	20.000
Ajle	5.000	0
Halm (korn, raps, frøgræs)	2.125.000-2.550.000	2.550.000-3.060.000
Efterafgrøder	40.000	120.000
Naturarealer	236.000-365.000	236.000-365.000
Grøftekanter	14.000-72.000	14.000-72.000
Randzoner	70.000-140.000	70.000-140.000
Have-parkaffald	108.000	130.000
Akvatiske biomasser	7.100	4.500
Husholdningsaffald	200.000-250.000	Mindre end i 2012
Organisk industriaffald	Tørstofmængde ukendt	Tørstofmængde ukendt
Energimajs		300.000 ^{*)}
Energirøer		225.000 ^{*)}
Kløvergræs		255.000 ^{*)}
Roetopensilage	130.000-220.000	222.000-370.000

^{*)} 12 % af inputtet af forventet biomasse.

Tabel 2. Råvarepris an biogasanlæg. Kr. pr. ton tørstof inkl. transport, men ex lagring og eventuel forbehandling.

	Kr. pr. ton tørstof
Gylle	350
Dybstrøelse	120
Fast staldgødning	175
Ajle	1.250
Halm (korn, raps, frøgræs)	590
Efterafgrøder	1.440
Naturarealer	500
Randzoner	1000
Grøftekanter	720-1.200
Have-parkaffald	100-200
Akvatiske biomasser	0-300
Husholdningsaffald	0-1.000 ^{*)}
Organisk industriaffald	Variierende
Energimajs	800-1.500
Energirøer	1.000-1.750
Kløvergræs	1.100
Roetopensilage	300-600

^{*)} Vanskeligt at vurdere. Afhænger af udbud og efterspørgsel.

Tabel 3. Metanpotentiale, 2012 og i 2020, mio. Nm³ CH₄ pr. år.

	2012	Potentiale 2020
Gylle, VS/TS=80 %	402	383
Dybstrøelse, VS/TS=80 %	184	177
Fast staldgødning, VS/TS=80 %	16	4
Ajle, VS/TS=80 %	1	0
Halm, VS/TS=95 %	320-730	390-870
Efterafgrøder, VS/TS=90 %	9-11	27-32
Naturarealer, VS/TS=90 %	60-90	60-90
Randzoner, VS/TS=90 %	15-35	15-35
Grøftekanter, VS/TS=90 %	3-16	3-16
Have-parkaffald, VS/TS=90 %	10-24	12-29
Akvatiske biomasser, VS/TS=90 %	1-2	0,5-1
Husholdningsaffald, VS/TS=90 %	72-98	Mindre end 2012
Organisk industriaffald, VS/TS=90 %	Meget varierende	Meget varierende
Energimajs, VS/TS=95 %		100 ^{*)}
Energirøer, VS/TS=95 %		85 ^{*)}
Kløvergræs, VS/TS=90 %		69 ^{*)}
Roetopensilage, VS/TS=90 %	35-59	60-100

^{*)} 12 % af inputtet af forventet biomasse.

1.2. Konklusioner

I dette afsnit er konklusionerne fra de enkelte afsnit samlet.

1.2.1. Husdyrgødning

Beregningerne viser, at der opsamles 37,0 mio. ton husdyrgødning (af stald). Derudover produceres en vis mængde husdyrgødning, som tabes under afgræsning og derfor ikke kan opsamles til biogasanlæg. 89 % opsamles som gylle og 9 % som dybstrøelse. Blot 2 % opsamles som fast gødning og ajle, og det vurderes, at disse gødningsformer stort set udfases inden 2020.

Den opsamlede husdyrgødning indeholder ca. 3,1 mio. ton tørstof og under antagelse af, at 80 % er VS, opsamles der ca. 2,5 mio. ton VS.

Metanpotentialet kan beregnes til ca. 604 mio. Nm³ CH₄ pr. år i 2012 og 564 mio. Nm³ CH₄ pr. år i 2020, svarende til 21,7 PJ i 2012 og 20,3 PJ i 2020.

16 % af husdyrgødningen produceres på bedrifter under 100 dyreenheder (ca. 40 ton husdyrgødning om ugen), og det forventes, at strukturudviklingen vil gøre, at den andel er betydelig lavere i 2020. Hvis det antages, at minimumsmængden for ugentlig leverance af gylle er én lastbilfuld (svarende til 30 ton), vil 80-85 % af gyllemængden i dag findes på bedrifter med minimum den mængde.

Heraf vil ca. 15 % være sogylle, som kun i mindre omfang er egnet til biogasproduktion på grund af det lave tørstofindhold. En del kvægbedrifter anvender sand som lejemateriale i sengebåsene, og gyllen fra disse stalde er heller ikke egnet. Der foreligger ingen statistik over, hvor udbredt sand som lejemateriale er. Endelig kan øget udbredelse af gylleforsuring i stalde reducere den anvendelige mængde, om end biogasanlæg formentlig godt kan anvende en vis andel forsuret gylle uden at hæmme processen.

Samlet set vurderes det, at ca. 2/3 af den opsamlede husdyrgødningsmængde i dag reelt vil være til rådighed for biogasanlæggene, og at andelen vil være lidt højere i 2020.

1.2.2. Halm

Det vurderes, at der vil være en årlig halmmængde til rådighed i 2020 på mellem 3,0-3,6 mio. tons halm til øvrige formål foruden anvendelse til foder og strøelse. Udover anvendelse af halmen til fyring, vurderes biogasanlæggene at kunne aftage op til ca. 1,8 mio. tons, mens op til 1,3 mio. tons skønnes at skulle bruges til øvrige formål, herunder forgasning, bioraffinering og halmpiller.

Få biogasanlæg er i dag i stand til at anvende halm i deres produktion, og slet ikke i de mængder, der er forudsat i ovenstående beregning af behovet i 2020. Under visse forudsætninger kan det i dag være rentabelt at anvende halm i biogasproduktionen.

1.2.3. Efterafgrøder

På grund af de relativt lave udbytter og den dermed høje råvarepris vurderes efterafgrøder alt andet lige ikke umiddelbart at finde vej til biogasproduktion i nævneværdigt omfang. Ændrede incitament, der begunstiger øget udbyttet, kan muligvis påvirke dette.

1.2.4. Naturarealer

Det vurderes, at der kan høstes 236.000-366.000 tons tørstof om året på de beskyttede naturarealer i Danmark, og dertil kommer 210.000-666.000 tons tørstof fra de ekstensive og intensive arealer, som ligger i umiddelbar tilknytning til de naturarealer, som kan plejes med høslæt. Der er begrænset viden om naturarealernes produktivitet, ikke mindst over tid, når der samtidig fjernes biomasse fra arealerne.

I et netop afsluttet demonstrationsprojekt i Nørreådal har afregningsprisen været 0,52 kr. pr. kg tørstof enggræs mellem en lokal leverandørforening og Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum. Ved denne pris var indtjeningen den samme for biogasanlægget, som hvis der var indkøbt majs til 1 kr. pr. foderenhed. Det blev i projektet påvist, at det på de bedste af arealerne var muligt at holde omkostningerne til høst, transport og lagring på under 0,52 kr. pr. kg tørstof. Men der er også typer af arealer, som vil være langt dyrere at afhøste.

1.2.5. Grøftekanter

Med en råvarepris mellem 720-1.200 kr. pr. ton tørstof tåler grøftekantgræs sammenligning med f.eks. majsensilage, som dog er lettere at håndtere. Udvikling af forretningsmodeller, der inddrager kommunernes omkostninger til slåning af grøftekanter vil kunne gøre denne biomasse yderligere interessant.

1.2.6. Randzoner

Med en forventelig høj råvarepris og mangel på sammenhængende arealer forekommer det umiddelbart tvivlsomt, at store mængder biomasse vil blive realiseret fra randzonerne.

1.2.7. Husholdningsaffald

Husholdningsaffald udgør en kæmperessource for biogasproduktion. Det vurderes, at en stor del af potentialet ad åre vil blive anvendt til biogasproduktion. Om det overvejende bliver sammen med byspildevand afhænger af, om produkterne er egnede til gødningsanvendelse, og om mejeribranchen ændrer sin branchepolitik, så husholdningsaffald må findes i gødning tilført marker til produktion af grovfoder til malkekøer. Det er vanskeligt at vurdere prisen, om vil afhænge af udbud og efterspørgsel.

1.2.8. Organisk industriaffald

Det organiske industriaffald, der er egnet til biogasproduktion i Danmark er stort set i anvendelse til biogasproduktion. Det er vanskeligt at pege på nye industrier, der som en del af aktiviteten kommer til at producere betydelige mængder affald. En mulig undtagelse er et planlagt ethanolanlæg ved Holstebro. Det vil i givet fald producere ret betydelige mængder biprodukter. Det er tanken, at dette skal an-

vendes i biogasanlægget i Maabjerg og forventes derfor ikke at komme i fri handel. Til gengæld lægges der beslag på store mængder halm til produktion af ethanolen.

1.2.9. Have-parkaffald

Potentialet vurderes at være mindst 100.000 ton tørstof på årsbasis. Om dette realiseres vil afhænge af, om der udvikles systemer til indsamling af fraktioner, der både er tilpas omsættelige og fri for f.eks. sten og grene.

1.2.10. Akvatisk biomasse

På grund af stadigt strengere miljøkrav forventes potentialet i grøde fra vandløb at falde. Det vil ikke spille en nævneværdig rolle som biomasse til biogasproduktion. Tang og alger opsamlet fra strande vil sandsynligvis kun finde anvendelse, hvor der i forvejen er en stærk interesse for at få materialet fjernet fra stranden. Indsamling fra strande er formentlig for dyrt til, at det vil komme til at foregå kommercielt.

1.2.11. Majsensilage

Anvendelsen af majsensilage til biogasproduktion vil afhænge af udviklingen i kornprisen. For nye anlæg, hvor der tages højde for behovet for øget opholdstid, vil majsensilage være en attraktiv alternativ biomasse, når kornprisen er tilstrækkelig lav. Men der er også stor interesse for andre energiafgrøder.

1.2.12. Roer

Anvendelsen af roer til biogasproduktion vil bl.a. afhænge af kornprisen, og af om udfordringerne om rengøring og lagring af roer løses hensigtsmæssigt og økonomisk. Der er for tiden ret stor interesse for roer blandt de eksisterende anlæg.

1.2.13. Roetop

Roetop udgør en ret betydelig ressource for biogasproduktion. Med de relativt beskedne bjergningsomkostninger, som er skitseret, synes der at være basis for en udvikling, der kan realisere potentialet.

1.2.14. Græs og kløvergræs

Såfremt der kommer gang i omlægning til økologisk planteavl, kan kløvergræsensilage komme til at udgøre en ganske stor ressource som substrat til biogasproduktion. Med en råvarepris på 1.200 kr. pr. ton VS ligger den absolut i den øvre ende af, hvad biogasanlæggene kan forventes at kunne betale. Det er på den anden side set muligt at den øgede næringsstofværdi for den økologiske planteavl kan være med til at reducere råvareprisen.

1.2.15. Muligheder for afsætning af afgasset biomasse

Det forventes, at mulighederne for afsætning af afgasset biomasse fra biogasfællesanlæggene forbedres i fremtiden. Forventningerne baseres bl.a. på forventninger om stigende gødningspriser, som vil gøre afgasset biomasse mere attraktivt for planteavlere. Omvendt forventer biogasanlæggene generelt ikke, at den afgassede biomasse vil blive en indtægtskilde for biogasanlæggene.

Biogasanlæggene vil gerne kunne tilbyde afgassede produkter til planteavlere i "fri konkurrence" med handelsgødning. Imidlertid peger biogasanlæggene på flere forhold, som virker som barriere for yderligere afsætning og omfordeling. Især peges på tungt bureaukrati omkring screening af udbringningsarealer som en hindring for smidig afsætning.

2. INDLEDNING OG BAGGRUND

På kort sigt er det en af de væsentlige udfordringer for udbygningen af biogassektoren, at ressourcerne af organisk affald af den type (fra slagterier, fiskeindustri m.m.), der hidtil er blevet anvendt, generelt vurderes til at være næsten opbrugt.

Umiddelbart har dette medført, at en del nye biogasprojekter er blevet baseret på brug af majs (energi-afgrøder) som supplerende biomasse til husdyrgødningen. Politisk er der imidlertid nu fastlagt en begrænsning for brug af majs og andre energiafgrøder til biogasproduktion. Det er med begrænsningen klargjort, at der er behov at kunne anvende andre supplerende biomasser til biogasproduktion.

Der er behov for på kort sigt at afklare, hvordan alternative biomasser såsom halm, naturplejebiomasse, husholdningsaffald m.m. på teknisk og økonomisk pålidelig og tilfredsstillende måde kan anvendes til biogasproduktion, således at den økonomiske afhængighed af energiafgrøder kan nedbringes. Supplerende vil det være væsentligt, hvis udbyttet ved brug af husdyrgødning kan øges ligeledes for at nedbringe den økonomiske afhængighed af energiafgrøder.

På længere sigt er det væsentligt at styrke vurderingen af, hvor store ressourcer af biomasse, der må forventes at være til rådighed for biogasproduktionen, og således hvor stort et bidrag biogassen på lang sigt må vurderes at kunne udgøre i den fremtidige energiforsyning baseret på vedvarende energi.

2.1. Husdyrgødning

Det største og mest tilgængelige volumen af biomasse forefindes i husdyrgødningen. I dag opsamles ca. 35 mio. ton husdyrgødning i Danmark, hvoraf blot 5-7 % anvendes til biogasproduktion. Frem mod 2020 er det en politisk målsætning, at op mod 50 % af husdyrgødningen i Danmark skal udnyttes til energiproduktion (sandsynligvis primært biogas). Det forventes, at en meget stor andel af biogassen i den danske energiforsyning vil stamme fra husdyrgødning.

Estimer på biogasproduktion fra husdyrgødning er imidlertid behæftet med en usikkerhed, som er relativt stor målt på, hvor meget vægt den har i nye projekters økonomiske følsomhedsberegninger. En større træfsikkerhed m.h.t. vurderingen af gasudbyttet fra den anvendte gylle/gødning vil derfor mindske risikoen og omkostningerne i forbindelse med nye projekter.

En af de mange faktorer, der er i spil, er tørstofindholdet i gødningsmængderne, hvor der er usikkerhed, om de normalt, der anvendes, er i overensstemmelse med det faktiske indhold.

En anden faktor er den tid, der går, fra gødningen forlader dyrene, til den pumpes ind i biogasanlægget. Des kortere den tid gøres, desto mindre metanemission kommer der fra staldene, og desto højere metanudbytte får biogasanlæggene fra gyllen.

2.2. Tilsætningsbiomasser

Biogasanlæg supplerer husdyrgødning med andet biologisk materiale med højere tørstof-indhold for at kunne producere gas nok til at opnå en rentabel driftsøkonomi med de gældende rammevilkår. De eksisterende anlæg har typisk brugt slagteriaffald og andet industrielt affald. Disse ressourcer er næsten brugt op, og der kan forventes en betydelig øget konkurrence om dem, når biogasproduktionen udbygges.

Den forhøjede støtte har forbedret rentabiliteten, så behovet for "tilsætningsbiomasse" alt andet lige er blevet mindre. Samtidig er der dog kommet nye aktører på banen, som forventer et højere afkast, og det er med til at øge konkurrencen om de bedste biomasser.

En del anlæg har satset på at supplere med energiafgrøder, men i september 2012 blev det politisk besluttet at lægge et loft over brugen af majs og andre foderafgrøder. Den fremtidige grænse for energiafgrøder skal afklares i 2018, og der kan inden da forventes behov for afklaring af en række spørgsmål. Det kan f.eks. være, hvad den præcise definition er på energiafgrøder, hvordan man omregner mellem forskellige energiafgrøder, hvor grænsen går mellem græsarealer, efterafgrøder, energiafgrøder osv.

2.3. Nye biomasser

Der er et udbredt ønske om, at flere nye ressourcer bliver tilgængelige. Det kan være halm, høslæt fra naturarealer, efterafgrøder, alger/"blå biomasse", husholdningsaffald, nye typer erhvervsaffald mv. Miljøministeriets resourcestrategi vil kunne øge tilgængeligheden af nogle af disse biomasser, men hvordan og hvor meget er ikke klart endnu, og det kan være nødvendigt med yderligere myndighedsbeslutninger.

En anden mulighed er halm, men det er lidt uklart, hvordan dette håndteres bedst teknologisk, og hvad det koster, samtidig med at halm har andre anvendelser såvel til energiproduktion som til andre formål. Dette er særligt aktuelt i husdyrtætte områder.

Der er en vis usikkerhed om efterafgrøder og høslæt fra naturarealer og lavbundsarealer. Resultaterne fra et stort forsøg med høslæt i Nørreådalens har dog vist nogle af mulighederne med høslæt.

Med til problemstillingen om inputressourcer hører usikkerhed om, hvilke udfordringer biogasanlæggene kan stå overfor, hvis de begynder at bruge nye ressourcer, der kan give problemer med miljø eller bæredygtighed, hvis de indeholder problematiske stoffer eller andet.

Nye teknologier f.eks. bioraffinering og biologisk affaldsbehandling vil kunne bidrage til at øge mængden af tilgængelige biomasser. Nye koncepter for biologisk affaldsbehandling vil potentielt kunne fordoble bidraget fra husholdningsaffald i forhold til kildesortering. Og der kan komme nye affaldsstrømme fra bioraffinaderier, som også vil kunne bruges til biogas.

3. HUSDYRGØDNING

Mængden af tørstof i husdyrgødning i Danmark opgøres ved at opgøre gødningsmængderne ud fra indberetning til Gødnings- og Husdyrindberetningen (GHI) sammenholdt med tørstofindhold, som dels kendes fra praksis (de væsentligste) og dels fra husdyrgødningsnormerne (de mindre væsentlige).

3.1. Metode

Gødnings- og tørstofmængder er beregnet ved at koble en række databaser og normtabeller med data fra praksis og forskning.

3.1.1. Husdyrgødningsmængder

Alle husdyrproducenter i Danmark indberetter et gødningsregnskab til NaturErhvervstyrelsen. I forbindelse med, at gødningsanvendelsen indberettes, indberettes også følgende oplysninger om husdyrholdet:

- Antal producerede dyr eller årsvirksomheder for hver dyretype på bedriften
- Staldsystemet, som de pågældende dyr er opstaldet i
- Indgangs- og afgangsvægt (for smågrise, slagtesvin og ungtyre)
- Indgangs- og afgangsalder (for opdræt og slagtekyllinger)
- Mælkeydelse (for malkekøer).

Disse oplysninger samles i en database hos NaturErhvervstyrelsen. Data anses for værende forholdsvis pålidelige, fordi de er en del af gødningsregnskabet, som kontrolleres af NaturErhvervstyrelsen. Erfaringsmæssigt findes der kun relativt få fejl i indberetningerne, når der udføres fysisk kontrol hos landmændene.

Videncentret for Landbrug og AgroTech har modtaget et udtræk fra databasen gældende for planperioden 2010-2011. Databasens oplysninger om husdyrproduktionen er koblet med husdyrgødningsnormerne for de pågældende dyretyper og staldsystemer (Husdyrgødningsnormer, 2010-2011). For hvert dyr omfatter husdyrgødningsnormerne oplysninger om:

- Gødningsmængder pr. produceret dyr eller årsvirksomheder
- Mængden af kvælstof, fosfor og kalium.

NaturErhvervstyrelsen fører en fortegnelse over bedrifter med økologisk autorisation. Denne fortegnelse kobles med data fra GHI, og derved kan gødningsstyperne opdeles på økologisk og konventionel husdyrgødning.

I beregningen er fradraget gødning, som dyrene afsætter på marken under afgræsning, da denne gødningsmængde ikke vil være til rådighed for biogasproduktion. Hovedparten af alle danske landmænd får udarbejdet gødningsplaner og gødningsregnskab i samarbejde med en konsulent. Planlægningen udføres normalt i programmet DLBR-Mark, og data lagres centralt i Dansk Markdatabase. I forbindelse med gødningsplanlægningen registreres den tid, som hvert dyretype er på græs. Disse data kobles med data fra GHI.

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.

Som udgangspunkt er gødningsmængderne gældende ab lager. Det vil sige efter, at husdyrgødningen har været lageret i en periode, hvor f.eks. tilførsel af regnvand vil fortynde gylle.

Den mængde, som er relevant at regne med i biogassammenhæng er imidlertid ab stald, fordi biogasanlægget afhenter gødningen direkte fra stalden – altså før lagring. I beregningen af mængderne ab stald er der foretaget en tilbageregning af mængderne for hver dyre- og staldtype med de omregningsfaktorer (regnvand i gyllebeholder, tab ved kompostering mv.), som anvendes i husdyrgødningsnormerne.

3.1.2. Tørstofindhold i husdyrgødningen

Der foreligger normer for tørstofindholdet i husdyrgødningen, men det er almindeligt anerkendt, at disse tal i vid udstrækning ikke er dækkende for det indhold, som kan forventes i husdyrgødning, som biogasanlæggene modtager. Dels er tørstofindholdet beregnet efter en meget usikker model, og dels er tørstofindholdet beregnet ab lager og ikke ab stald. F.eks. er tørstofindholdet i kvæggylle fra malkekøer ab lager på 9,3 % (og endnu højere ab stald, hvor der endnu ikke er sket fortynding med regnvand), mens tørstofindholdet i den modtagne gylle på biogasanlæggene praksis typisk er på 7,5-8,5 % (se tabel 4).

Skriveret afsnit indsat i revideret udgave, november 2013: Under tørring af gødningsprøver i tørreskab, tabes en del af tørstoffet i form af bl.a. flygtige fede syrer (VFA), som fordamper. Derved bliver den målte tørstofprocent lidt lavere, end den reelt er. Tabets størrelse er formentlig begrænset, idet VFA først dannes under lagring af gyllen, og lagringstiden for gylle, som skal bruges på biogasanlæg er begrænset. I forhold til de målte tal for gylle er der skønsmæssigt tillagt 5 pct. for at kompensere for tørstoffetabet (Møller, 2013).

I beregningerne er der derfor så vidt muligt anvendt data fra praksis, men der er suppleret med data fra Landsforsøgene. For fast gødning fra kvæg og svin er der ikke fundet pålidelige data fra praksis, hvorfor der er anvendt normtal.

Data fra de enkelte biogasanlæg er indhentet fra driftspersonalet fra anlæggene, og tallene dækker de gennemsnitlige tørstofprocenter for den indsamlede gylle (fortrinsvist i 2011).

Tabel 4. Tørstofindhold i husdyrgødning til biogasfællesanlæg i 2011, i Landsforsøg og normtal (Husdyrgødningsnormer, 2010-11). Nederst i tabellen er anført de tørstofprocenter, som er anvendt i de videre beregninger.

	Gylle				Dybstrøelse				Fast gødning		
	Kvæg	Slagtesvin	Søer	Mink	Kvæg	Svin	Kyllinger	Høns	Kvæg	Svin	Høns
Anlæg 1	7,8	6,1	4,3	4,2							
Anlæg 2	7,6 ^{*)}	3,9 ^{*)}									
Anlæg 3	8,4	5,6									
Anlæg 4	7,4	5,0 ^{**)}									
Anlæg 5		4,5-5									
Anlæg 6	8,1	6,9 ^{**)}	2,6	4,1							
Anlæg 7	8,5	6,9	2,6	4,1							
Anlæg 8	8,1	5,8	4,6	4,1							
Anlæg 9	9,5	5,8	4,2	5,2							
Gennemsnit	8,2	5,7	3,7	4,3							
Landsforsøg					25	30	55	60			30
Normtal ab la.	9,3	6,6	4,5	6,5	30	33	48	63	20	23	40
Anvendt	7,9	5,8	4,2	4,4	25	30	55	60	20	23	30

^{*)} Kun den bedste andel med det højeste tørstofindhold er anvendt.

^{**)} Mest slagtesvinegylle, men dækker også over en vis mængde sogylle.

Tørstofprocenterne, som er anført for de ni biogasfællesanlæg i tabel 4, er til en vis grad udtryk for de tørstofprocenter, som et biogasanlæg i praksis kan regne med i gennemsnit i den tilførte gylle, men det forudsætter, at landmændene aktivt gør en indsats for at reducere vandtilledning mv.

Især for svinegylle kan de målte gennemsnit for biogasfællesanlæggene imidlertid ikke anses for værende repræsentative for al svinegylle i Danmark. Det skyldes, at flere af biogasanlæggene systematisk fravælger gylle fra leverandører med "tynd" gylle. Hos nogle leverandører af gylle kan der også være en praksis for, at landmanden pumper den tynde gylle over i gylletanken, medens biogasanlægget kun henter den tykke gylle. Landsgennemsnittet for tørstofindholdet i gylle må derfor forventes at ligge lidt lavere end de angivne tørstofindhold for biogasfællesanlæggene.

Tørstofindholdet kan øges på den enkelte bedrift ved bl.a. systematisk at sikre, at tilledning af vaskevand, drikkevandsspild, overfladevand mv. minimeres. Et bonus-strafsystem, som flere biogasanlæg har indført, vil motivere landmanden til at øge tørstofindholdet.

3.2. Resultater

I afsnittet er kun vist data, hvor produktionen af husdyrgødning og tørstof i husdyrgødning er opdelt på husdyrarten. I bilag 1 og 2 er vist opdelinger på henholdsvis husdyrtyper, besætningsstørrelser og kommuner.

3.2.1. Husdyrgødningsmængder

I tabel 6 er husdyrgødningsmængderne opgjort af stald og efter fradrag for den mængde, som afsættes af dyrene under afgræsning (tabel 5). Mængderne svarer altså til den opsamlede mængde, som kan udnyttes af biogasanlæg.

Tabel 5. Andel af gødning afsat af dyrene under afgræsning, procent. Dansk Markdatabase, 2012.

	Konventionel	Økologisk
Kvæg	13	22
Svin	0	14
Fjerkræ	0	10
Pelsdyr	0	0
Heste	62	65
Får	67	76
Geder	47	26
Hjorte	96	98
I alt	7	23

Samlet set afsættes 7 % af den konventionelle gødning og 23 % af den økologiske gødning under afgræsning.

I tabel 6 er den samlede danske produktion af husdyrgødning opdelt på husdyrart.

Tabel 6. Den samlede husdyrgødningsmængde opsamlet af stald opdelt på husdyrart. 1.000 tons pr. år. I parentes er anført procentdelen af gødningsmængden, som udgøres af økologisk gødning.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle
Kvæg	14.050 (9)	2.515 (10)	319 (2)	229 (2)
Svin	17.657 (0)	261 (7)	36 (2)	79 (2)
Fjerkræ	21 (0)	294 (4)	70 (7)	0
Pelsdyr	1.268 (1)	0	0	0
Heste	0	176 (4)	0	0
Får	0	47 (12)	0	0
Geder	0	8 (41)	0	0
Hjorte	0	1 (17)	0	0
I alt	32.996 (4)	3.303 (9)	424(3)	308 (2)

I alt opsamles 37,0 mio. ton husdyrgødning af stald. 89 % af husdyrgødningen opsamles som gylle, 9 % som dybstrøelse og blot 2 % som staldgødning og ajle (fortrinsvist på mindre bedrifter). 46 % af den opsamlede husdyrgødning er fra kvæg og 49 % fra svin. De øvrige husdyrarter deles om at producere de resterende 5 %. Ca. 9 % af gødningen fra kvæg er økologisk. For svin er den økologiske andel derimod ubetydelig.

Produktionen af husdyrgødning er geografisk meget skævt fordelt. Halvdelen af kommunerne producerer hele 94 % af al husdyrgødning i Danmark. Hovedparten af produktionen sker i kommunerne i Nord-, Vest- og Sydjylland (se bilag 1).

3.2.2. Tørstofmængder

Ud fra gødningsmængderne i afsnit 3.2.1. og tørstofindholdet i tabel 4 er beregnet den mængde tørstof (Total Solids = total tørstof), som opsamles. Tørstofmængden er beregnet af stald (altså inden lagring) og er fraregnet den mængde, som afsættes af dyrene under afgræsning.

Tabel 7. Den samlede tørstofmængde opsamlet af stald opdelt på husdyrart. 1.000 tons tørstof pr. år.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle	I alt
Kvæg	1.109	629	64	5	1.806
Svin	940	78	8	2	1.028
Fjerkræ	2	164	21	0	187
Pelsdyr	55	0	0	0	55
Heste	0	46	0	0	46
Får	0	17	0	0	17
Geder	0	3	0	0	3
Hjorte	0	0	0	0	0
I alt	2.106	937	93	6	3.142

To tredjedele af tørstoffet produceres i gylle, men hele 30 % sker i dybstrøelse (fortrinsvist fra kvæg) på trods af, at dybstrøelse blot udgør 9 % af gødningsmængden. I dag anvendes kun meget beskedne mængder dybstrøelse på biogasanlæggene, fordi de fleste biogasanlæg ikke har det fornødne udstyr til forbehandling, indfødning og effektiv omrøring.

Hovedparten af tørstofproduktionen sker i kvæg- og svinegylle. Hele 57 % af tørstoffet produceres i kvæggødning. 6 % af tørstoffet produceres i fjerkrægødning på trods af, at fjerkrægødning blot udgør 1 % af gødningsmængden.

Den samlede mængde tørstof, som opsamles i husdyrgødningen (ab stald), er på godt 3,1 mio. ton. Hvis man antager, at 80 % af tørstoffet er VS (volatile solids = organisk tørstof), produceres der ca. 2,5 mio. ton VS årligt. Denne mængde er mindre, end der tidligere har været vurderet. Møller (2010) beregnede således en VS-mængde på 2,85 mio. ton VS årligt.

3.2.3. Biogaspotentialer i husdyrgødning

Nedenstående tal er grove skøn for metanudbyttet, der i praksis kan opnås ved 20-30 dages opholdstid ved termofil drift (Møller, 2013).

Tabel 8. Erfaringsbaserede skøn for metanudbyttet, der i praksis kan opnås ved 20-30 dages opholdstid ved termofil drift. Værdier i parentes er de værdier, der oftest anvendes i svine- og kvæggylle samt fjerkrædybstrøelse i dag. (Møller, 2013).

	Nm ³ metan pr. ton VS			
	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle
Kvæg	150-250 (190)	250	200	250
Svin	250-300 (290)	250	250	300
Fjerkræ	150	190-270 (250)	250	
Pelsdyr	350			
Heste		180 ^{*)}		
Får		180 ^{*)}		
Geder		180 ^{*)}		
Hjorte		180 ^{*)}		

^{*)} For halmrige gødningstyper i kategorier for heste, får, geder og hjorte er potentialet skønnet til 180 Nm³ metan pr. ton VS.

De angivne værdier er ved en forholdsvis kort opholdstid, og udbytteerne kan øges væsentligt ved at forlænge opholdstid, især for gødningstyper fra drøvtyggere.

3.2.4. Diskussion af fejlkilder

Beregningsmetoden er bl.a. valgt ud fra et ønske om at kunne opdele den samlede gødningsproduktion på gødningstyper, husdyrtyper, bedriftsstørrelse, økologisk status, geografi mv. Data er aggregeret ud fra GIS-relaterede registreringer på bedriftsniveau. De aggregerede data om husdyrproduktionen inden for de enkelte driftsgrene stemmer nogenlunde overens med officielle statistikker. Opdelingerne anses for værende sikre, og metoden derfor velegnet.

Opgørelsen af tørstofmængden på landsplan fremkommer ved at gange et antal dyr med en gødningsmængde og en tørstofprocent. Dette gøres på bedrifts-, husdyrtype- og staldtypeniveau, hvorefter tørstofmængderne summeres på landsplan. Der er således tre faktorer, som hver især kan bidrage til usikkerheden: antallet af dyr, gødningsmængden pr. dyr (ab stald) og tørstofprocenten i gødningen (ab stald).

Tjek af antal dyr op mod officielle, uafhængige statistikker:

Idet gødningsdatabasen indeholder oplysninger om husdyrproduktionen på alle betydende husdyrproducenter, kan en sammentælling af den samlede produktion i Danmark sammenlignes med uafhængige, officielle statistikker og opgørelser om husdyrproduktionen i Danmark. Sammenligningen kan tjene som

kontrol af, at husdyrproduktionen er opgjort korrekt. Og hvis husdyrproduktionen er opgjort korrekt, er det også sandsynligt, at husdyrgødningsmængden er opgjort korrekt. I tabel 9 er den samlede husdyrproduktion i GHI-databasen sammenlignet med officielle tal

Tabel 9. Sammenligning af data for husdyrproduktionen i 2011 i GHI-databasen med officielle, uafhængige data.

	GHI-databasen	Officielle tal	Kilde til officielle tal
Antal malkekøer, årstyr	567.000	565.000	Statistikbanken
Mælkeproduktionen, mia. ton.	5,0	4,8	Statistikbanken
Antal ammekøer, årstyr	98.000	99.000	Statistikbanken
Antal slagtede ungtyre	273.000	246.200	Landbrug & Fødevarer, 2012
Antal årssøer	1.079.000	1.063.000	Statistikbanken
Antal producerede smågrise	30.100.000	29.500.000	Dansk Svineproduktion, 2012
Antal producerede slagtesvin	21.500.000	21.400.000	Dansk Svineproduktion, 2012
Antal smågrise pr. årso	27,9	28,0	Dansk Svineproduktion, 2012
Antal slagtede kyllinger	111 mio.	106 mio.	Statistikbanken
Mink, årstæver	2.500.000	2.780.000	Statistikbanken
Heste, årstyr	55.000	61.000	Statistikbanken
Moderfår, årstyr	72.000	67.000	Statistikbanken

Som det fremgår af tabel 9, så er der rimelig overensstemmelse mellem GHI-databasen og de uafhængige, officielle tal. Især for de mest betydende produktioner (malkekøer og svin) er der god overensstemmelse. Umiddelbart er der grund til at nære tillid til produktionsdata i GHI-databasen.

Gødningsmængder pr. dyr:

De officielle husdyrgødningsnormer (Husdyrgødningsnormer, 2010-2011) beregnes kun ab lager - altså efter lagring i gylletank eller møddingsplads. I normerne er disse mængder teoretisk beregnet for hver husdyrtype ud fra statistiske oplysninger om foderforbrug, fodersammensætning mv. fra bl.a. et stort antal systematisk indsamlede fodringsdata fra praksis (f.eks. periodefoderkontrol og effektivitetskontrol). Gennemsnittet af disse data anses for værende forholdsvis sikre. Ud fra disse data kan den gennemsnitlige udskillelse af kvælstof, fosfor og kalium beregnes pr. dyr. Efter korrektion for stald- og lagertab for kvælstof, anvendes disse data i f.eks. gødningsregnskaber og ved udarbejdelse af miljøgodkendelser. Derfor er man meget omhyggelig med den del af normtalsberegningen.

I beregningen af gødningsmængderne indgår imidlertid også et estimeret vandforbrug og et estimat for drikkevandspild og vaskevand. For vandforbrug og -spild findes ganske få og ikke systematiske undersøgelser, men undersøgelserne viser, at der er stor variation bedrifter imellem. Vandmængderne i normtalsberegningen afstemmes derfor i noget omfang således, at gødningsmængderne fra praksis rammes. Afstemningen er imidlertid ikke systematisk, og i praksis tilføres f.eks. mere vand for en bestemt husdyrtype, hvis man gentagne gange og entydigt hører fra praksis, at gyllemængden er for lav. Men da gødningsmængderne ikke indgår i hverken gødningsregnskaber eller miljøgodkendelser, er man ikke så omhyggelig med at få gødningsmængderne til at passe, som man er for næringsstofmængderne. Det er således velkendt, at gyllemængderne ab lager for kvæg er højere i praksis, end normerne viser. En stor del af forskellen skyldes dog formentlig, at der i praksis sker en fortynding af gyllen i gyllebeholderen med overfladevand fra f.eks. ensilagepladser. Fortynding med overfladevand indgår ikke i beregningen af normtallet.

Skraveret afsnit indsat i revideret udgave, november 2013: Normerne for mængden af gylle fra malkekøer er i normerne for 2013/14 øget ca. 20 pct., idet nyere opgørelser af bl.a. vaskevand fra malkeudstyr og rengøring af malkecentre har været væsentligt undervurderet. Som konsekvens deraf er data

gennemregnet på ny, hvor gyllemængden for malkekøer er baseret på normer for 2013/14 (Husdyr-gødningsnormer, 2013-2014). De øvrige gødningsmængder er fortsat baseret på normer for 2010-11. Samtidig er regnefejl for ungtyre og småkalve rettet. Rettelsen har den konsekvens, at dybstrøelsesmængden er reduceret og gyllemængden er øget for disse kategorier af kvæg.

Beregningen af gødningsmængden af stald må derfor også anses for værende mere sikker, end beregningen af mængden af lager - det gælder især for kvæg. Det skyldes, at usikkerheder på mængden af regnvand fra befæstede arealer og i gyllebeholderen ikke influerer på beregningen.

De anvendte gødningsmængder af dyr er derfor behæftet med en vis usikkerhed, som især vedrører usikkerheden på den tilførte vandmængde. Størrelsen på usikkerheden kan ikke umiddelbart kvantificeres, da der ikke umiddelbart findes repræsentative opgørelser over gødningsmængder af stald fra praksis.

Tørstofprocent i gødningen

Som nævnt i afsnit 3.1.2. er det almindelig anerkendt, at de tørstofprocenter, som er anført i husdyr-gødningsnormerne er behæftet med en relativ stor usikkerhed. Det skyldes, at beregningsmodellen og de parametre, som indgår i modellen, er relativt usikre, og der har været relativt lidt fokus på at forbedre modellen. Som det er gældende for gødningsmængderne, skyldes den manglende fokus, at tørstofmængder ikke indgår i hverken gødningsregnskaber eller miljøgodkendelser.

I beregningen af tørstofmængderne i nærværende opgørelse er det derfor valgt at se bort fra tørstofprocenterne fra normerne. I stedet er valgt primært at tage udgangspunkt i tørstofprocenter, som er målt i praksis i gylle, som udvalgte biogasanlæg modtager i dag (se tabel 4). De gennemsnitlige tørstofprocenter for de ni biogasanlæg, som har bidraget med data, ligger - med enkelte undtagelser - inden for et interval på 1-2 procentenheder. Da disse gennemsnit dækker over et meget stort antal analyser anses de for værende rimeligt retvisende for praksis på de eksisterende biogasfællesanlæg. I beregningerne af tørstofmængden på landsplan er der imidlertid taget udgangspunkt i tørstofprocenter, som ligger "i den lave ende af intervallet". Dette begrundes med, at gylle, som modtages på de eksisterende biogasfællesanlæg, ikke kan anses for værende repræsentativ for al gylle i Danmark. Det skyldes, at biogasanlæggene ofte fravælger "tynd" gylle, og at man motiverer landmænd til at øge tørstofprocenten ved f.eks. at begrænse vandspild. Vurderingen af at ligge "i den lave ende af intervallet" er således ikke evidensbaseret, og der ligger således en betydelig usikkerhed i dette estimat.

3.3. Konklusion og diskussion

Beregningerne viser, at der opsamles 37,0 mio. ton husdyrgødning. Derudover produceres en vis mængde husdyrgødning, som tabes under afgræsning og derfor ikke kan opsamles til biogasanlæg. 89 % opsamles som gylle og 9 % som dybstrøelse. Blot 2 % opsamles som fast gødning og ajle, og det vurderes, at disse gødningsformer stort set udfases inden 2020.

Den opsamlede husdyrgødning indeholder godt 3,1 mio. ton tørstof og under antagelse af, at 80 % er VS, opsamles der ca. 2,5 mio. ton VS.

Metanpotentialet kan beregnes til ca. 604 mio. Nm³ CH₄ pr. år i 2012 og 564 mio. Nm³ CH₄ pr. år i 2020 svarende til en energiproduktion på henholdsvis 21,7 og 20,3 PJ pr. år.

16 % af husdyrgødningen produceres på bedrifter under 100 dyreenheder (ca. 40 ton husdyrgødning om ugen), og det forventes, at strukturudviklingen vil gøre, at den andel er betydelig lavere i 2020. Hvis det antages, at minimumsmængden for ugentlig leverance af gylle er én lastbilfuld (svarende til 30 ton), vil 80-85 % af gyllemængden i dag findes på bedrifter med minimum den mængde.

Heraf vil ca. 16 % være sogylle, som kun i mindre omfang er egnet til biogasproduktion på grund af det lave tørstofindhold. En del kvægbedrifter anvender sand som lejemateriale i sengebåsene, og gyllen fra disse stalde er heller ikke egnet. Der foreligger ingen statistik over, hvor udbredt sand som lejemateriale er. Endelig kan øget udbredelse af gylleforsuring i stalde reducere den anvendelige mængde, om end biogasanlæg formelig godt kan anvende en vis andel forsuret gylle uden at hæmme processen.

Samlet set vurderes det, at ca. 2/3 af den opsamlede husdyrgødningsmængde i dag reelt vil være til rådighed for biogasanlæggene, og at andelen vil være lidt højere i 2020.

3.4. Kilder

Dansk Markdatabase, 2012. Database med gødningsplaner og -regnskaber. Videncentret for Landbrug.

Dansk Svineproduktion, 2012. Per Tybirk, personlig meddelelse

Husdyrgødningsnormer, 2010-2011. [Aarhus Universitet](#).

Husdyrgødningsnormer, 2013-2014. [Aarhus Universitet](#).

Møller, H.B., 2013. PlanEnergi. Personlig kommunikation.

Møller, H.B., 2010. Aarhus Universitet. Personlig kommunikation.

Statistikbanken. [Statistikbanken.dk](#)

Landbrug & Fødevarer, 2012. [Statistik 2011. Okse og kalvekød](#)

4. PROGNOSE FOR PRODUKTION AF HUSDYRGØDNING I 2020

Frem mod 2020 ønskes op mod 50 % af husdyrgødningen i Danmark anvendt til produktion af biogas, og biogasbranchen står dermed overfor en kraftig udbygning. Dansk landbrug i almindelighed og husdyrproduktionen i særdeleshed undergår i disse år en hastig strukturudvikling. Antallet af husdyrbrug reduceres, og den gennemsnitlige besætningsstørrelse øges hastigt. Dertil kommer, at husdyrproduktionen effektiviseres kraftigt. I tilfælde af, at strukturudviklingen og effektiviseringen betyder, at produktionen af husdyrgødning falder, kan det betyde, at biomassegrundlaget udhules.

I forskellige sammenhænge er der udarbejdet prognoser for og vurderinger af udviklingen i husdyrproduktionen og produktionen af husdyrgødning frem mod 2020. I det følgende gennemgås disse prognoser.

4.1. Aarhus Universitet

I forbindelse med beregning og prognose for Danmarks emission af bl.a. ammoniak, foretager Aarhus Universitet årligt en fremskrivning af husdyrproduktionen og produktionen af husdyrgødning frem mod 2035. I tabel 10 er vist den indekserede udvikling i 2020 i forhold til 2010.

Tabel 10. Udvikling i husdyrproduktionen og produktionen af husdyrgødning frem mod 2020. 2010 = indeks 100. Albrechtsen, 2012.

	Husdyrproduktion	Gødningsproduktion
Kvæg	97	87
Svin	102	95
Fjerkræ	96	94
Pelsdyr	102	103

Der forventes stort set uændret husdyrproduktion frem mod 2020. Et lille fald for kvæg modsvarer af en næsten tilsvarende stigning for svin. Derimod forventes et fald i gødningsproduktionen fra både kvæg, svin og fjerkræ på 5-13 %. Forventningen om et fald i gødningsproduktionen skal ses i lyset af en forventning om øget effektivisering.

4.2. Videncentret for Landbrug, Kvæg og Videncenter for Svineproduktion

Videncentret for Landbrug, Kvæg og Videncenter for Svineproduktion laver ikke egentlige prognoser for udviklingen i husdyrproduktionen. I dette afsnit er refereret de to organisationers forventninger ud fra forventninger om markedssituationen for kød og mælkeprodukter, strukturudviklingen, staldbyggerier, effektiviseringer mv.

4.2.1. Videncentret for Landbrug, Kvæg

Videncentret for Landbrug, Kvæg forventer, at bestanden af malkekøer stort set vil forblive uændret frem mod 2020, og mælkeydelsen forventes øget med 1-1,5 % årligt. Gødningsproduktionen for malkekøer er nogenlunde proportional med mælkeydelsen. Det forventes derfor, at gødningsproduktionen fra malkekøer vil stige lidt frem mod 2020. I kraft af den uændrede bestand af malkekøer vil bestanden af opdræt og produktionen af slagtetyre formentlig også være uændret med en uændret produktion af husdyrgødning til følge.

Samlet set vurderer Videncentret for Landbrug, Kvæg, at gødningsproduktionen fra kvæg vil stige lidt. Klausen, 2012.

4.2.2. Videntcenter for Svineproduktion

Videntcenter for Svineproduktion forventer, at antallet af søer vil falde fra det nuværende antal på knap 1,1 mio. årssøer til ca. 1,0 mio. Antallet af fravænnede smågrise pr. årssø forventes at stige med ca. 2 % om året, hvilket er en fortsættelse af den produktivitetsstigning, som er set gennem de senere år. Der forventes en fortsat stigning i antallet af smågrise, som eksporteres til Tyskland, og at antallet af producerede (og slagtede) slagtesvin i Danmark forventes at forblive på det nuværende niveau. Der forventes fortsat en effektivisering i fodringen af svin, således at foderforbruget pr. produceret enhed vil falde frem mod 2020. Derved reduceres mængden af husdyrgødning tilsvarende.

Fra 2013 skal alle søer i drægtighedsstalde være løsgående. I staldsystemer med løsgående søer er forbruget af halm til strøelse større end i stalde med fikserede søer. Omlægning til løsgående søer vil derfor alt andet lige resultere i et lidt højere tørstofindhold i søgylle.

Samlet set forventer Videntcenter for Svineproduktion et mindre fald i produktionen af husdyrgødning fra svin. Udesen, 2012.

4.3. Københavns Universitet, Fødevareøkonomisk Institut

Fødevareøkonomisk Institut har i 2010 fortaget en prognose for udviklingen i husdyrbestanden og produktionen af husdyrgødning. Prognosen er udarbejdet med den såkaldte AGMEMOD model.

Bestanden af malkekøer forventes at falde med ca. 10 %. Produktionen af mælk forventes dog at forblive uændret. Gødningsmængden fra malkekvæg forventes derfor ikke at falde væsentligt.

Antallet af svin forventes nogenlunde uændret i forhold til 2010. Tidligere tiders kraftige vækst forventes ikke genoplivet. På grund af en forventet stigning i antallet af smågrise, som eksporteres (og dermed færre færdigproducerede slagtesvin), forventes et fald i gennemsnitsvægten for svinebestanden. Jacobsen *et al.*, 2010. Prognosen for svineproduktionen indeholder ikke en eksplicit vurdering af udviklingen i gødningsproduktionen, men den faldende gennemsnitsvægt på svinene sammenholdt med den i generelt forventede effektivisering af fodringen vil antagelig resultere i et fald i produktionen af gødning fra svin frem mod 2020.

4.4. Samlet vurdering af udviklingen

De refererede prognoser og vurderinger er nogenlunde enige om, at produktionen af husdyrgødning vil falde for svin og fjerkræ. Der er også enighed om, at faldet ikke vil være dramatisk, men formentlig i størrelsesordenen 0-10 %. Der er ikke helt enighed om ændringen for kvæg, idet to prognoser taler for et lille fald og en vurdering taler for en lille stigning. Der er dog enighed om, at ændringen ikke vil blive dramatisk.

Den hidtidige udvikling vil formentlig fortsat gå mod gyllebaserede staldsystemer, og bindestalde med staldgødning og ajle vil formentlig være næsten helt udfaset i 2020. Andelen af dybstrøelse fra kvæg vil formentlig opretholdes på nogenlunde samme niveau som i dag, da en betydelig andel af produktionen sker fra småkalve, opdræt og tyrekalve, som formentlig også frem mod 2020 vil gå på dybstrøelse.

4.5. Kilder

Albrektsen, R., 2012. Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet. Ikke publicerede data.

Jacobsen, B.H.; Dubgaard, A.; Jacobsen, L.B. & Jespersen, H.M.L., 2010. Notat om økonomi i husdyrproduktionen i Danmark. FOI Udredning 2010/11.

Klausen, S., 2012. Videntretet for Landbrug, Kvæg. Personlig meddelelse.

Udesen, F., 2012. Videntcenter for Svineproduktion. Personlig meddelelse.

5. ANDRE BIOMASSER END HUSDYRGØDNING

5.1. Halm

5.1.1. Potentiale

I Danmark produceredes årligt ca. 5,6 mio. tons kornhalm og rapshalm (gennemsnit for 2007-2011, se tabel 11). Af halmen blev ca. 1,8 mio. tons anvendt til foder og strøelse, ca. 1,7 mio. anvendt til kraftvarme og opvarmning, og ca. 2,1 mio. tons blev ikke bjerget.

Tabel 11. Den samlede årlige produktion og anvendelse af korn- og rapshalm i Danmark (korn- og rapshalm) i mio. tons. Danmarks Statistik, 2012.

	2007	2008	2009	2010	2011	Gennemsnit
Halm i alt	5,1	5,7	6,3	5,5	5,4	5,6
Til fyring	1,4	1,8	2,0	1,6	1,5	1,7
Til foder	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
Til strøelse m.v.	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7
Ikke bjerget	2,1	1,8	2,2	2,1	2,1	2,1

Foruden raps- og kornhalm dyrkes i Danmark 66.866 ha frøgræs (som et gennemsnit af perioden 2007-2011), med et halmudbytte på 473.000 tons (Gislum og Boelt, 2012). I samme opgørelse ses, at kun ca. 160.000 tons udnyttes i dag, heraf 36.000 tons til foder og resten til kraftvarmeproduktion. De resterende over 300.000 tons snittes og efterlades på marken.

5.1.2. Årsvariation i forsyningen

Halmudbytter beregnes af Danmarks Statistik ud fra de indberettede kerneudbytter. For vinterhvede regnes med 55 kg halm for hver 100 kg kerne. Dette forholdstal kan dække over en meget varierende produktion fra år til år. Jo større andel af halmen, der bjerges og udnyttes til strøelse, foder og energiformål, jo mere vil forsyningssikkerheden påvirkes de år med meget lavt halmudbytte. Modsat kraftvarmeværkerne vurderes biogasanlæggene ikke at være særlig følsomme overfor varierende vandindhold i det leverede halm. Derfor vil en del halm, som ikke vil kunne finde anvendelse til forbrænding kunne anvendes til biogasproduktion især i våde høstår.

I løbet af en tiårs periode vurderes det, at der vil være 4 normalår, 2 år med +15 % halmmængde, 2 år med ÷15 %, 1 år med +30 % og 1 år med ÷30 % halmmængde (ELSAM og ELKRAFT, 1994).

5.1.3. Andel af halm, som kan bjerges

Af den årlige halmmængde (korn- og rapshalm) vurderes det, at maksimalt 80 % kan bjerges rent teknisk, men at en sådan næsten fuld udnyttelse formentlig vil medføre stigende halmpriser (Elsgaard *et al.*, 2011). I samme rapport vurderes halvdelen af den ikke-bjergede halm at være vanskelig at udnytte i praksis. Derved er der ca. 2,7 mio. tons halm (1,7 mio. anvendt til fyring i dag plus 1,0 mio. tons ikke-bjerget halm, som kan bjerges og anvendes) til rådighed for energiproduktion, inklusiv biogasproduktion og øvrig industriel produktion.

Ved anvendelse af Energistyrelsens opgørelse for halm anvendt til fyring fås en mængde til rådighed for energiproduktion og øvrig industriel produktion på 2,2 mio. tons (1,2 mio. tons anvendt til fyring plus 1,0 mio. tons ikke-bjerget halm, som kan bjerges og anvendes).

5.1.4. Biogassektorens behov

Det vurderes som værende særdeles vanskeligt at håndtere mere end 10 % halm for gyllebaserede biogasanlæg uden en forbehandling. Ved den nuværende biogasproduktion vil der således skulle anvendes 0,14 mio. tons halm pr. år for at få en iblanding af halm på 10 %. Ved en udbygning af biogaspro-

duktionen, så 50 % af gødningen anvendes til biogasproduktion, vil der skulle bruges ca. 1,8 mio. tons halm. I givet fald vil dette give anledning til en energiproduktion på 26 PJ, 13 PJ fra husdyrgødning og 13 PJ fra halm (Møller, 2012).

5.1.5. Fremtidig udvikling

Der har de seneste år været et faldende forbrug af halm til foder og strøelse, og det er sandsynligt, at denne tendens fortsætter de kommende år, bl.a. som følge af mindre halmstrøelse i kvægbruget (Larsen og Haastrup, 2012).

I rapporten "+10 mio. tons planen" angives der at være mellem 2,5 og 3,1 mio. tons halm til rådighed for bioraffinering og energiproduktion afhængig af det valgte scenarium (her arbejdes med et biomasse- og et miljøoptimeret scenarium samt et business as usual scenarium). I et baggrundsnotat til samme rapport er det angivet, at 87 % af alt halm fra korn og rapsarealer bjerges i 2020 mod 64 % i 2009 (Kristensen og Jørgensen, 2012). Forventningen til den øgede fremtidige halmmængde er baseret på muligheden for at øge halmproduktionen gennem halmopsamling ved ændret høstteknologi og omlægning til mere halmrige kornsorter.

Fremover forventes arealet med frøgræs at øges til ca. 85.000 ha, som vil betyde en halmproduktion på 750.000 tons (Gislum og Boelt, 2012) eller ca. 630.000 tons tørstof (red.). Heraf skønnes andelen anvendt til foder og kraftvarmeproduktion til ca. 160.000 tons.

Tabel 12. Prognose for den fremtidige halmmængde til rådighed for energiproduktion og øvrig industriel produktion (halm fra kornafgrøder, raps og frøgræs indgår i opgørelsen).

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	-	-
Potentiale, 1.000 tons friskmasse	2.500-3.000	3.000-3.600
TS %	85 %	85 %
Potentiale, 1.000 tons TS	2.125-2.550	2.550-3.060
VS % heraf	95 %	95 %
1.000 tons VS	2.018-2.443	2.443-2.907

5.1.6. Teknologi

Danske biogasanlæg er primært indrettet til at håndtere pumpbare substrater til produktion af biogas. Halm er vanskelig at indføde og opblende i et biogasanlæg med den eksisterende teknologi. Der er derfor behov for implementering af andre koncepter til håndtering af halm. Bålev Biogas har i de seneste to år afprøvet et system til håndtering af dybstrøelse (halm og møg), hvor dybstrøelsen findeles i en opriver til ca. 10 cm længde, som efterfølgende snegles ned i fortanken. Der er under sneglen monteret en tvangsmikser, som bevirker at halmen trækkes ned i gyllen, og risikoen for flydelag derved fjernes (FIB nr. 41).

På Aarhus Universitets forsøgsbiogasanlæg i Foulum er der det seneste halve år afprøvet et system til forbehandling og indfødning af svært omsættelig biomasse som halm, enggræs og dybstrøelse. Systemet består af en foderblander, som er koblet til en ekstruder. Ved behandling blandes og neddeles biomassen efterfølgende under højt tryk og temperatur. Derved fås en kvalitet, som lettere opblandes i en væske. Efter ekstruderingen indfødtes biomasse med et bånd til toppen af reaktoren, hvorefter det snegles ned i reaktoren. Energiforbruget til ekstruderingen er ca. en tiendedel af energiindholdet i enggræs eller halm. Men modsat øges biogasudbyttet ved behandlingen og energiforbruget til omrøring i reaktoren reduceres (Mogens Møller, pers. kom.).



Figur 1. Ekstruder og indfødningsystem installeret på Aarhus Universitets biogas-anlæg i Foulum. Systemet kan behandle eksempelvis halm forud for udrådning i en biogasreaktor.

5.1.7. Regional fordeling

Den regionale fordeling af halmoverskud i Danmark kan ses i tabel 13.

Tabel 13. Regional fordeling af halmoverskud i Danmark 2010 (Danmarks Statistik).

Landsdel	1000 tons halm	Andel af samlet halm-mængde (%)
Region Nordjylland	411	41
Landsdel Vestjylland	232	32
Landsdel Østjylland	340	37
Landsdel Sydjylland	313	32
Landsdel Fyn	190	32
Region Sjælland	438	34
Landsdel Bornholm	47	50
Københavns Omegn og Nordsjælland	63	51
Hele landet	2.033	36

5.1.8. Økonomi

Med en råvarepris for biogasanlæggene på ca. 2,4 kr. pr. m³ metan kan halm i visse tilfælde være en interessant råvare til tilsætning i et gyllebaseret biogasanlæg. En sådan råvarepris fremkommer ved et gasudbytte på 250 l metan pr. kg VS og en indkøbspris på halm på 0,5 kr. pr. kg (Møller, 2012). Og det vurderes ikke, at en halmpris på 350 kr. pr. ton halm til biogasproduktion er urealistisk (FIB nr. 39, 2012), og så begynder halm for alvor at blive en interessant råvare til biogasproduktion.

5.1.9. Barrierer

Der kunne tænkes anden ny anvendelse af halm udover biogasproduktion. I rapporten, Anvendelsesmuligheder for halm til energiformål (Elsgaard *et al.*, 2011), er der listet forskellige bud på alternativ anvendelse af halm, som vil kunne realiseres inden 2020, bl.a. Fluid Bed forgasning, halmdriverter til den kemiske industri, eksport af halmpiller samt raffinering på fuldskala bioraffinaderi. Tilsammen vil disse nye tiltag kunne beslaglægge en mængde på 1,3 mio. tons halm, som derved ikke vil kunne anvendes til biogasproduktion.

5.1.10. Gaspotentiale

I litteraturen varierer metanudbyttet fra 160 til mere end 300 l pr. kg VS (Møller *et al.*, 2004), og der er således en meget stor variation i hvilket udbyttet, der er opnået i forskellige undersøgelser. Ved Aarhus Universitet er der udført forsøg, der indikerer en betydelig variation afhængig af neddeling, halmtype og udrådningsforhold. I halm kommer en stor del af biogasudbyttet først efter 30 dage i modsætning til majsensilage, hvor det meste af udbyttet kommer indenfor de første 30 dage. Ved anvendelse af halm, skal der tages hensyn til den langsommere omsætning, og hvis der skal opnås tilfredsstillende udbytter, skal opholdstiden være lang. Alle halmtyper er i princippet anvendelige i biogasanlæg, og et metan udbytte på omkring 200 l pr. kg organisk stof (VS) uden forbehandling er ikke urealistisk.

5.1.11. Konklusion

Det vurderes, at der vil være en årlig halmmængde til rådighed i 2020 på mellem 3,0-3,6 mio. tons halm til øvrige formål, foruden anvendelse til foder og strøelse. Udover anvendelse af halmen til fyring vurderes biogasanlæggene at kunne aftage op til ca. 1,8 mio. tons, mens op til 1,3 mio. tons skønnes at skulle bruges til øvrige formål, herunder forgasning, bioraffinering og halmpiller.

Få biogasanlæg er i dag i stand til at anvende halm i deres produktion og slet ikke i de mængder, der er forudsat i ovenstående beregning af behovet i 2020. Under visse forudsætninger kan det i dag være rentabelt at anvende halm i biogasproduktionen.

5.1.12. Kilder

Danmarks Statistik, Statistikbanken 2010.

Elsgaard, L.; Jørgensen, U.; Gylling, M.; Holst, T.; Andersen, H. & Nikolaisen, L., 2011. Anvendelsesmuligheder for halm til energiformål. Rapport udarbejdet for Region Midtjylland.

FIB – forskning i bioenergi, nr. 39, 2012.

FIB – forskning i bioenergi, nr. 41, 2012.

Gislum, R. og B. Boelt. 2012. Notat om mængden og anvendelsen af frøgræshalm. Baggrundsnotat til "+10 mio. tons planen. Udgivet af Aarhus Universitet og Københavns Universitet.

Gylling, M.; Jørgensen, U.; Bentsen, N.S.; Felby, C. & Johannsen, V.K., 2012. "+10 mio. tons planen". Udgivet af Aarhus Universitet og Københavns Universitet.

Halmressourcer i Danmark på længere sigt, ELSAM og ELKRAFT, 1994.

Kristensen, I.T. & Jørgensen, U., 2012. Baggrundsnotat: Forudsætninger for og beregning af biomasse-scenarier for landbruget, Institut for Agrarøkologi, Aarhus Universitet.

Larsen, S.U. & Haastруп, M. 2009. Hvor meget halm er der i overskud? (www.landbrugsinfo.dk)

Møller, M., Personlig kommunikation med Mogens Møller, september 2012.

Møller, H., 2012. Halm til biogas. Indlæg på Plantekongressen, 2012.

5.2. Biomassepotentiale fra efterafgrøder

5.2.1. Potentiale

Danske landmænd er pålagt at etablere efterafgrøder med henblik på, at disse skal optage tilbageværende kvælstof i jorden. Efterafgrøderne udgør typisk 10-14 % af kornarealet, for øjeblikket ca. 100.000 ha (Birkmose, 2012), og der skal ifølge Videncentret for Landbrug skønsmæssigt, som følge af yderligere tiltag, dyrkes 300.000 ha i de kommende år (Hvid, 2012).

Efterafgrøderne kan etableres som udlæg i en vårafgrøde, typisk byg, eller ved udsåning lige før eller lige efter høst, og der kan anvendes en række arter. Udlæg i vårbyg er ofte græs eller evt. kløvergræs. I kvægbruget bruges græsudlæg som en måde at etablere de næste års græsarealer. Før i tiden anvendtes oftest kløvergræs fordi kløveren efterfølgende selv sørger for kvælstofforsyningen. Efter høst af

byggen blev udlægget afgræsset af kvæget. Senere, efter intensivning af driften, fik udlægget gødning efter høst, hvorefter der i efteråret kunne tages et slæt til ensilage.

De fleste andre efterafgrødearter sås omkring høsttidspunktet for kornet. Der er en række forhold, der har indflydelse på, hvor godt efterafgrøden etableres, og dermed dens kvælstofoptagelse og biomasseproduktion, herunder såtidspunktet, forsyning med vand samt forekomsten af ukrudt.

Italiensk rajgræs anvendes sjældent som pligtig efterafgrøde (Hvid, 2012), da den kan give et relativt stort udbytte tab i kornafgrøden, ofte på ca. 2 hkg kerne pr. ha. I stedet anvendes alm. rajgræs eller olieræddike og gul sennep, der også kan etableres efter en overvintrende kornafgrøde.

Anvendelsen af efterafgrøder sker, for at plantevæksten skal optage tilbageværende kvælstof, og derfor er det i sagens natur begrænset, hvor meget grokraft i form af kvælstof, der er til rådighed for en efterafgrøde. Det har derfor betydning for den biomasseproduktion, der kan forventes. I Hvid (2012) skønnes udbyttet i ugødet italiensk rajgræs (som er den højst ydende efterafgrøde) at være 1.000-1.600 kg organisk tørstof pr. ha.

I Landsforsøgene 2012 (Petersen, 2012) er der udført forsøg med efterafgrøder med henblik på anvendelse til biogas. Der er tre forsøgslokaliteter, hvor af det ene har meget afvigende resultater, angiveligt fordi det er lavbundsjord, hvorfra der har været stor kvælstofmineralisering og dermed megen kvælstof til rådighed for planterne. I de to andre forsøg gav ugødet italiensk rajgræs udbytter mellem 800 og 1.000 kg tørstof og i olieræddike 300 til 600 kg. Ved gødskning med 100 kg kvælstof pr. kunne udbytte i rajgræs øges til mellem 1.300 og 1.800 kg tørstof pr. ha og i olieræddike til 550-1.700 kg tørstof pr. ha.

5.2.2. Fremtidig udvikling

Arealet med pligtige efterafgrøder udvides i de kommende år fra 100.000 til 300.000 ha som følge af nye tiltag, bl.a. vandplanerne.

5.2.3. Teknologi til fremskaffelse

I Hvid (2012) er der forudsat anvendelse af konventionelt høstudstyr, der anvendes til græs. I artiklen konkluderes, at omkostningerne hertil er for høje til, at høst af efterafgrøder er rentabel til biogasproduktion med den nuværende pris på biogas.

5.2.4. Biomassens tørstofpotentiale

Tabel 14. Tørstofindhold i efterafgrøder.

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	100.000	300.000
Potentiale, 1.000 tons friskmasse *)	400	1.200
TS %	10	10
Potentiale, 1.000 tons TS	40	120
VS % heraf	90	90
1.000 tons VS	36	108

*) I den refererede undersøgelse er olieræddike anvendt som ugødet efterafgrøde. Den er ret udbredt som efterafgrøde, men ikke den bedste mht. tørstofudbytte.

Hvis det blev muligt at gødske med f.eks. 100 kg N pr. ha, kan potentialet fordobles.

5.2.5. Økonomi

I Hvid (2012) er bjergningsomkostningerne beregnet til 1,6 kr. pr. kg VS ved 800 kg VS pr. ha, svarende til udbyttet i ugødet italiensk rajgræs eller olieræddike, der har fået 100 kg kvælstof pr. ha. Det svarer til 1.600 kr. pr. ton VS og 1.440 kr. pr. ton tørstof eller 144 kr. pr. ton frisk masse.

5.2.6. Barrierer

Omkostningerne til bjergning synes at være en alvorlig barriere. Der må nødvendigvis mere rationelle høstmetoder til, eller udbytterne skal øges. Det kan de ved gødskning, men det er indtil videre tvivlsomt, som det betaler sig i den sidste ende. Anvendelse af afgasset gylle trækker i den rigtige retning, men selv det er næppe tilstrækkeligt.

5.2.7. Gaspotentiale

Gasproduktionen fra efterafgrøder vil afhænge af en række forhold, herunder type, høstforhold, høsttidspunkt mm. Det vurderes, at spændet vil være fra 250-300 l CH₄ pr. kg VS.

5.2.8. Konklusion

På grund af de relativt lave udbytter og den dermed høje råvarepris vurderes efterafgrøder alt andet lige ikke umiddelbart at finde vej til biogasproduktion i nævneværdigt omfang. Ændrede incitamentter, der begunstiger øget udbyttet, kan muligvis påvirke dette.

5.2.9. Kilder

Birkmose, T.S., 2012, personlig meddelelse

Hvid, S.K., 2012. Efterafgrøder til biogas er ikke rentable med aktuelle priser på biogas, [LandbrugsInfo](#).

Petersen, J.B., 2012. Oversigt over Landsforsøgene 2012. Videncentret for Landbrug.

5.3. Biomasse fra naturarealer

5.3.1. Potentiale

Det samlede areal med beskyttede og potentielt plejkrævende natur er vurderet til ca. 338.000 ha. De plejkrævende arealer består af fersk eng, hede, strandeng, overdrev og moser (tabel 15), hvoraf hovedparten kræver tilbagevendende pleje i form græsning eller høslæt. En hel del af arealerne, som indgår i naturtypen moser, kan ikke betegnes som plejkrævende (Nygaard *et al.*, 2012).

Ved en samlet forvaltning af de § 3 beskyttede arealer og ekstensive græsarealer (permanent græs), som ligger i tilknytning hertil, øges arealet til 426.000. Inddrages intensive græsarealer (græs i rotation), som ligger i tilknytning til de plejkrævende arealer, øges det plejkrævende areal til 603.000 ha. Ved en samlet drift af natur- og græsarealer mindskes andelen af små isolerede arealer betragteligt (Nygaard *et al.*, 2012)

I Jørgensen *et al.*, 2008, vurderes potentialet med græs fra lavbundsarealer eller ekstensive arealer til biogasproduktion at udgøre 150.000 ha. I et muligt scenarium vurderes, at 115.000 ha udnyttes til biogasproduktion, og at dette vil give anledning til en energiproduktion på 5,1 PJ.

Tabel 15. Beskyttede naturtyper med angivelse af våde/tørre forhold på arealerne, samlet areal, arealer egnet til høslæt og biomasseproduktion for de forskellige naturtyper (modificeret efter Dubgaard et al., 2012 og Nygaard et al., 2012).

Naturtype	Våd/tør	Samlet areal for naturtyper, ha	Areal, som kan plejes med høslæt, ha	Biomasseproduktion, 1.000 tons tørstof
Fersk eng	Våd	97.132	53.071	138-255
Mose	Våd	91.736	33.157	17
Strandeng	Våd	44.341	21.290	36-49
Hede	Tør	76.605	26.686	13
Overdrev	Tør	28.555	15.721	31
I alt		338.368	149.925	236-365

5.3.2. Størrelse på arealer

Den gennemsnitlige størrelse på de potentielt plejekrævende naturarealer er 2,8 ha, og halvdelen af § 3 beskyttede arealer er under 1 ha. Det er afgørende for en minimering af omkostninger til græsning eller høslæt, at flere af disse små arealer drives sammen eller sammen med tilstødende ekstensive græsarealer.

5.3.3. Biomasse mængde

Der kan høstes 236.000-366.000 tons tørstof om året på de beskyttede naturarealer, som kan plejes ved høslæt (Kristensen og Husted, 2011). Naturarealer, som det anbefales at pleje med høslæt, dækker arealer med moderat, ringe eller lav naturtilstand, uden spor efter lang græsningskontinuitet eller følsomhed overfor maskinel pleje, samt hvor der er tydelig kulturpåvirkning efter afvanding, omlægning eller eutrofiering.

Hovedparten af biomassen fås fra næringsstofpåvirkede og drænedes ferske enge uden for habitatområderne. Biomasseproduktionen fra denne naturtype vurderes til at være mellem 2,6 og 4,8 tons tørstof pr. ha med et årligt slæt (Kristensen og Husted, 2011). Det fremhæves endvidere, at den tilgængelige viden om naturarealers produktivitet er meget begrænset.

I BioM-projektet i Nørreådal er der i gennemsnit høstet 3,7 tons tørstof pr. ha. i 2010-2012 (www.1). I dette projekt er formålet, foruden bioenergiproduktion, pleje af lysåbne arealer samt fraførsel af næringsstoffer, der således ikke kan udvaskes til vandmiljøet. Netop denne fraførsel vil på nogle arealer med tiden medføre en nedgang i biomasseproduktionen, omend der mangler viden om, hvor hurtigt det vil ske (Nygaard et al., 2012). Andre arealer vil kunne opretholde en forholdsvis høj produktion, som følge af en tilstrømning af næringsstoffer fra oplandet.

Der kan endvidere høstes 210.000 og 666.000 tons tørstof årligt på henholdsvis de ekstensive og intensive græsarealer, der ligger i umiddelbar tilknytning til de naturarealer, som kan plejes med høslæt (Nygaard et al., 2012).

5.3.4. Fremtidig udvikling

Ved høslæt fra lavbundsarealer er det sandsynligt, at udbyttet fra nogle af arealerne vil falde med tiden på grund af fraførsel af næringsstoffer med den høstede biomasse.

Tabel 16. Opgørelse og prognose for den fremtidige mængde naturplejegræs til rådighed for energiproduktion.

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	115.000-150.000	115.000-150.000
Potentiale, tons friskmasse	-	-
TS %	30-85 %	30-85 %
Potentiale, 1.000 tons TS	236-365	236-365
VS % heraf	90 %	90 %
1.000 tons VS	212-329	212-329

5.3.5. Teknologi

Det er muligt at afhøste engarealer med eksisterende udstyr. I BioM-projektet er der gennem tre år, 2010-2012, foretaget høst af engarealer med skårlægning, sammenrivning og rundballepresning. Altså et koncept, hvor biomasse håndteres og lagres med høj tørstofandel (ca. 85 %). Høst og ensilering af en forholdsvis våd biomasse kunne være et alternativ, selvom det vil kræve kørsel med tungere maskineri på de bløde arealer og transport af en øget mængde vand i forhold til konceptet anvendt i BioM-projektet. Omvendt vil der muligvis kunne høstes nogle håndteringsmæssige fordele senere i værdikæden, herunder ved lagring og indfødning i biogasanlægget.

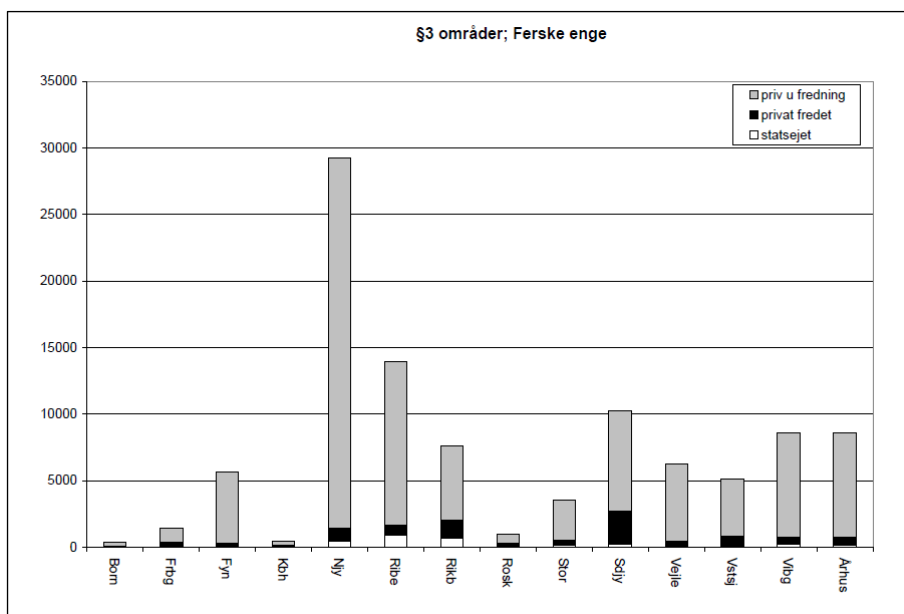
Der kunne være interessante aspekter ved at undersøge andre koncepter til høst, transport og lagring af biomasse fra engarealer. Der er f.eks. initiativer i gang vedrørende robotteknologi til høst af lavbundsarealer (www.2).

Til de vådeste af engarealerne er der behov for specialudstyr, som f.eks. bæltekøretøjer (www.3). Dette vil øge høstomkostningerne og prisen på biomassen, som leveres til biogasanlæggene. Det er tvivlsomt, om biogasanlæggene kan betale for fremskaffelsen af biomasse fra disse vanskeligt tilgængelige arealer.

For beskrivelse af teknologi til forbehandling og indfødning af græs fra naturplejearealer (se kapitel 5.1.6. i afsnittet om halm).

5.3.6. Regional fordeling

I figur 2 ses en opgørelse fra Jensen *et al.*, 2001, som viser fordelingen af ferske enge, opgjort på daværende amtsniveau. Der er i samme rapport lavet opgørelser for andre naturtyper, men ferske enge vurderes at være den naturtype med det største potentiale i forhold til biomasseproduktion.



Figur 2. Regional fordeling (på gammel amtsniveau) af § 3-ferske enge. Y-aksen er antal ha. (Jensen et al., 2001).

5.3.7. Økonomi

Eng- og lavbundsarealer er vidt forskellige med hensyn til størrelse, udbytte, tilkørselsforhold og farbarhed, hvilket samlet medfører meget varierende omkostninger til biomassehøst. I det igangværende BioM-projekt er det lykkedes at reducere omkostningerne til høst og transport til ca. 0,50 kr. pr. kg tørstof for de bedste arealer. Der er aftalt en afregningspris med aftageren af biomassen fra engarealerne (Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum) på 0,52 kr. pr. kg tørstof leveret på anlægget i Foulum (www.1). Ved denne pris er indtjeningen for biogasanlægget det samme, som hvis der i stedet var indkøbt majs til biogasproduktionen til 1 kr. pr. foderenhed.

I maj 2012 etablerede en gruppe lodsejere og økologiske producenter en biomasseleverandørforening. Planen for leverandørforeningen er at fortsætte aktiviteterne i BioM-projektet på kommercielle vilkår efter projektets udløb ultimo 2012, bl.a. afhøstning af engarealer i Nørreådal, samhandelen med biogasanlægget på Aarhus Universitet i Foulum og distribution og salg af afgangset økologisk biomasse.

I Dubgaard et al., 2012, er der beregnet driftsøkonomi for en biogasproduktion baseret på enggræs. Beregningerne viser balance mellem indtægter og omkostninger. Ved indregning af tilskud for pleje af naturarealer på 783 kr. opnås et overskud på 737 kr. pr. ha. Der er ikke medregnet en betaling for biomassen, da arealerne typisk ikke har nogen overskudsgivende alternativ anvendelse. Biomassen lagres som ensilage, og der er beregnet en produktionspris på 268 kr. pr. ton ensilage for bjærgning, transport og ensilering, hvilket svarer til 0,89 kr. pr. kg tørstof. I beregningen af forudsat en meromkostning på 50 % i forhold til omdriftsarealer.

5.3.8. Barrierer

Høst af mange af de plejkrævende arealer vil være forbundet med høje omkostninger, bl.a. på grund af arealernes beskaffenhed (meget våde, og periodevis oversvømmede arealer), besværlige lokale tilkørselsforhold og lave udbytter. Derudover vil anvendelse af naturplejegræs til biogasproduktion kræve anvendelse af ny teknologi, f.eks. til høst, forbehandling og indfødning i biogasanlæggene.

5.3.9. Gaspotentiale

Gaspotentialet fra enggræs kan være meget varierende. Udbyttet i enggræs er afhængigt af høsttidspunkt specielt ved kort opholdstid, ligesom høj andel lysesiv har en negativ effekt. Ved opholdstid over 60 dage er forskellen imidlertid begrænset. Der bør derfor tilstræbes et anlæg med en lang opholdstid, hvorved kvaliteten af græsset bliver mindre væsentlig, medmindre der foretages en effektiv forbehandling. Ved en opholdstid på 60 dage vil et udbytte på 250 l CH₄ pr. kg VS være realistisk, medens en opholdstid på 30 dage vurderes at kunne give et udbytte på 200 l CH₄ pr. kg VS.

5.3.10. Konklusion

Det vurderes, at der kan høstes 236.000-366.000 tons tørstof om året på de beskyttede naturarealer i Danmark, og dertil kommer 210.000-666.000 tons tørstof fra de ekstensive og intensive arealer, som ligger i umiddelbar tilknytning til de naturarealer, som kan plejes med høslæt. Der er begrænset viden om naturarealernes produktivitet, ikke mindst over tid, når der samtidig fjernes biomasse fra arealerne.

I et netop afsluttet demonstrationsprojekt i Nørreådal har afregningsprisen været 0,52 kr. pr. kg tørstof enggræs mellem en lokal leverandørforening og Aarhus Universitets biogasanlæg i Foulum. Ved denne pris var indtjeningen den samme for biogasanlægget, som hvis der var indkøbt majs til 1 kr. pr. foderenhed. Det blev i projektet påvist, at det på de bedste af arealerne var muligt at holde omkostningerne til høst, transport og lagring på under 0,52 kr. pr. kg tørstof. Men der er også typer af arealer, som vil være langt dyrere at afhøste.

5.3.11. Kilder

Dubgaard, A.; Jespersen, H.M.L.; Laugesen, F.M.; Hasler, B.; Christensen, L.P.; Martinsen, L.; Källström, M. & Levin, G., 2012. Økonomiske analyser af naturplejemetoder i beskyttede områder. Fødevareøkonomisk Institut, Rapport nr. 211.

Jensen, K.A.; Krabbe, D.; Bjerre, K.; Antoniesen, P.; Larsen, S.H.; Buttenschøn, R.; Nielsen, L.; Petersen, R.; Jensen, J. & Holm, L., 2001. Virkemidler til fremme af naturen i landbruget. Udgivet af Wilhjelmsdal, november 2001. Skov- og Naturstyrelsen.

Jørgensen, U.; Sørensen, P.; Adamsen, A.P. & Kristensen, I.T., 2008. Energi fra biomasse – ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv. DJF Markbrug nr. 134, januar 2008.

Kristensen & Hosted, 2011. Rationel naturpleje og drift af beskyttede, græs- og naturarealer i Natura 2000 områder. DJF Markbrug nr. 151, juni 2011.

Nygaard B.; Levin, G.; Bladt, J.; Holbeck, H.B.; Brøndum, W.; Spelth, P. & Ejernæs, R., 2012. Analyse af behovet for græsning og høslæt på beskyttede naturarealer. Areal, biomasse og antal græsningsdyr.

www.1.: www.agrotech.dk/biom

www.2.: (<http://robocluster.dk/aktiviteter/workshop-robotteknologi-til-transport-af-biomasse.aspx>)

www.3.: (<http://www.biom-kask.eu/nyheder/beretning-fra-demodag>)

5.4. Biomassepotentialer fra grøftekanter

5.4.1. Potentialer

Aarhus Universitet har i en ny undersøgelse (I.T. Kristensen *et al.*) tilvejebragt et skøn for biomassepotentialer ved slæt af grøftekanter. Her har man skønnet, at der er 7.100 ha til rådighed, som det kan

forventes at kunne høstes fra, og at der i gennemsnit kan høstes 2 tons tørstof pr. ha, dvs. i alt ca. 14.000 tons tørstof. Der er dog tale om ret grove skøn.

AgroTech har tidligere skønnet potentialet i en intern undersøgelse, hvor skønnene lå noget højere, nemlig 18.000 ha i vejrabatter, og måske mere hvis såkaldte vejtekniske anlæg, tilkørselsramper mv. kan inddrages. I rapporten er udbyttet anslået til 5 tons tørstof pr. ha, men ifølge forfatteren er dette tal for optimistisk og kan kun opnås ved de mest optimale jordbundsforhold. Rapporten refererer til en bornholmsk undersøgelse, hvor der blev fundet udbytter på 4 tons pr. ha ved slæt i juni og yderligere 3 tons pr. ha, hvis der høstes igen i oktober. Her har vækstbetingelserne været gode. Men der vil kunne findes strækninger med væsentligt ringere jordbundsforhold, f.eks. ved nyere vejanlæg, hvor udbyttet endog er meget lavt. Med et spænd på mellem 0 og 7 tons pr. ha og et gennemsnit, hvor der realistisk set kan høstes på måske 2-4 ton tørstof pr. ha, kan potentialet således beregnes til mellem 40 og 80.000 tons tørstof.

5.4.2. Fremtidig udvikling

Der vil næppe ske alverden med udviklingen i potentialet i fremtiden. Dog kan ændret praksis for slæt meget vel reducere biomassepotentialet, fordi tidligere slæt vil forskyde artssammensætningen mod urter med lavere vækst.

5.4.3. Teknologi

Man kunne tænke sig grøftekanterne slået på traditionel vis og opsamlet med en rundballepresser. I de fleste tilfælde vil ballerne skulle wrapses for at undgå, at de begynder at kompostere. Der findes imidlertid ny teknologi med maskiner, der både slår og opsamler biomassen. Det rummer den fordel, at den friske biomasse kan transporteres til biogasanlægget, hvor det kan ensileres i en storstak, hvilket vurderes at være den mest rationelle metode. Nogle af disse maskiner har endvidere klipperen siddende på en fleksibel kranarm, hvorved også skrå sider kan høstes, hvilket ikke ville være muligt med ovennævnte udstyr. Derved kan selve høstteknologien være afgørende for det potentiale, der kan bjergeres.



Figur 3. Billedet viser en maskine med klipper og sug.

Kilde: http://www.vredo.com/beheer/upload/file/Vredo_VT2716_ENG_8pA4_v3.pdf

5.4.4. Biomassens tørstofpotentiale

Biomassen består af græs og urter, der såfremt fordøjeligheden er i orden, er relativt attraktivt som substrat til biogasproduktion. Forsøg med enggræs har vist, at der kan opnås pæne gasudbytter, når der er høstet omkring Sankt Hans. Hvis der høstes ret meget senere, kræves noget længere opholdstid eller forbehandling.

Tabel 17. Opgørelse og prognose for den fremtidige mængde biomasse fra grøftekanter til rådighed for energiproduktion.

Potentiale, antal ha	7.000-18.000
Potentiale, 1.000 tons friskmasse	56-288
TS %	25
Potentiale, 1.000 tons TS	14-72
VS % heraf	80
1.000 tons VS	11-58

5.4.5. Regional fordeling

Høstbare grøftekanter vil findes over hele landet udenfor byerne. Udbyttet vil være mest attraktivt på de bedre jorder, dvs. i Østjylland og på øerne. Eftersom grøftekanternes næringsstofforsyning påvirkes af markdriften, vil kanter, der ligger umiddelbart op til agerlandet, ofte tilføres næringsstoffer i et begrænset omfang, men dog nok til, at det kan påvirke udbyttet ved høst. Langs motorveje og de største øvrige veje, hvor afstanden til markerne ofte er længere, er udbytterne sandsynligvis en smule lavere, og de er meget vanskeligere (og farligere) at høste.

5.4.6. Sideeffekt

Ved slæt og indsamling af biomasse fra grøftekanter fjernes uønskede næringsstoffer fra miljøet, hvilket fra et miljømæssigt synspunkt er ønskeligt. Ved styring af slåningstidspunkt kan man endvidere styre artssammensætningen i grøftekanterne, der mange steder er kraftigt domineret af kraftige urter som vild kørvel. Eksempelvis kan man ved tidlig høst begunstige enårige urter, som for 30 år siden var fremherskende i Danmarks vejkanter. Tidlig høst er også interessant, såfremt biomassen skal anvendes til biogasproduktion, idet fordøjeligheden er en del højere ved tidlig høst.

5.4.7. Økonomi

Det vurderes, at der kan høstes 0,25-0,5 ha pr. time. Det vil sige, at der kan høstes mellem 1 og 2 tons tørstof pr. time (hvis der høstes 4 tons tørstof pr. ha.) eller mellem 4 og 8 tons friskmasse.

Det vurderes, at timeprisen på maskiner af den nævnte type kan ligge mellem 600 og 1.000 kr. hertil kommer transport til biogasanlægget, der kan beløbe sig til 30-50 kr. pr. ton friskmasse eller 120-200 kr. pr. tons tørstof. Samlet set anslås prisen således til at være mellem 720-1.200 kr. pr. ton tørstof. Det er biogasanlæggene næppe i stand til at betale, og der må derfor ses på modeller, der modregner de omkostninger, som kommunerne i forvejen har til slæt af grøftekanterne. Kommunernes omkostninger til slåning af grøftekanter er ikke undersøgt, men anslås at være i størrelsesordenen af 400 kr. pr. time.

5.4.8. Barrierer

Umiddelbart synes teknologien at være til stede, selvom om den så vidt vides ikke har nævneværdig udbredelse i Danmark (i hvert fald ikke opsamlingsdelen). Den største barriere vurderes derfor at blive spørgsmålet om biomassen kan indsamles på kommercielle vilkår, eller om der kan udvikles forretningsmodeller, der som nævnt indregner de omkostninger, som kommunerne i forvejen har til slæt af grøftekanterne.

Indholdet af tungmetaller kan vise sig at være en barriere. Der er fundet en reference til en svensk undersøgelse (Trafikverket, 1999), der viser, at materialet overholder grænseværdierne (EU's og de svenske) for gødnings- og jordforbedringsmidler i jordbruget fra veje med en trafikbelastning på under ÅDT 1000 biler, hvilket svarer til de mindre veje (75 % af vejnettet i Sverige). For større veje kan anvendelsen således være problematisk. Dette bør dog nok undersøges nærmere under danske forhold. En anden udfordring er nødvendigheden af frasortering af fremmedlegemer, såsom plast, flasker og dåser.

5.4.9. Gaspotentiale

Gasudbyttet fra græshøstet fra grøftekanter er ikke kendt, men skønnes at være i samme størrelsesorden som vedvarende græs, dvs. omkring 250 l CH₄ pr. kg VS.

5.4.10. Konklusion

Med en råvarepris mellem 720-1200 kr. pr. ton tørstof tåler grøftekant græs sammenligning med f.eks. majsensilage, som dog er lettere at håndtere. Udvikling af forretningsmodeller, der inddrager kommunernes omkostninger til slåning af grøftekanter vil kunne gøre denne biomasse yderligere interessant.

5.4.11. Kilder

Kristensen, I.T. & Jørgensen, U., 2012. Baggrundsnotat: Forudsætninger for og beregning af biomasse-scenarier for landbruget. Aarhus Universitet.

Hald, A.B., 1998. Grøftekant forvaltning – slåningstidspunkt og botanisk udvikling. DMU, Aarhus Universitet.

Pedersen, J.R., 2010. Den Grønne Energi intern rapport, AgroTech.

Slåtter och uppsamling af vegetation på vägkanter, Trafikverket, 1999.

5.5. Biomassepotentiale fra randzoner

5.5.1. Potentiale

Udlægning af 10 m randzoner langs søer og vandløb følger af Grøn Vækst Planen og implementeres fra slutningen af 2012. Ifølge planerne skal der udlægges i alt 50.000 ha. Det vil imidlertid ikke i alle tilfælde være egentlig jord i omdrift, der skal udlægges som randzoner, idet en del allerede i dag ligger hen i vedvarende græs, og dermed er talt med under naturarealer. Et forsigtigt skøn kunne være, at 35.000 ha jord i egentlig omdrift skal udlægges.

Randzonerne skal henligge i græs, og de må ikke gødskes. Det påvirker naturligvis det biomasseudbytte, der kan forventes. Udbyttet kan sandsynligvis forventes at svare til udbyttet fra andre udyrkede arealer, men næringsstofpåvirkede områder som f.eks. ferske enge, hvor udbyttet ifølge afsnit 5.3 vurderes til at ligge mellem 2,6 og 4,8 ton tørstof pr. ha eller grøftekanter, der i afsnit vurderes til at kunne give et udbytte på 2-4 ton tørstof pr. ha.

5.5.2. Fremtidig udvikling

Arealet med randzoner kommer næppe til at stige, eftersom de jo i princippet allerede nu skal findes langs alle søer og vandløb.

5.5.3. Teknologi til fremskaffelse

Til høst kan der anvendes traditionelt græsmarksudstyr. Men eftersom zonerne kun er 10 m brede, kan det være særdeles vanskeligt at opnå en rationel høst. Der skal i givet fald bruges meget tid på at flytte maskinerne mellem randzonerne, ligesom adgangen til dem kan være besværlig.

Tabel 18. Tørstofpotentiale i græs fra randzoner.

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	35.000	35.000
Potentiale, 1.000 tons friskmasse	280-560	280-560
TS %	25	25
Potentiale, 1.000 tons TS	70-140	70-140

5.5.4. Regional fordeling

Randzonerne følger bredden på de ferske vande, og de vil derfor findes over hele landet.

5.5.5. Økonomi

På grund af et forventeligt stort tidsforbrug, vurderes omkostningerne til bjergning at være relativt høje og væsentligt højere end for f.eks. enggræs, der ligger på ca. 500 kr. pr. ton tørstof. Det vurderes, at græs fra randzoner meget vel kan være dobbelt så dyrt at bjærge, hvilket vil sige ca. 1.000 kr. pr. ton tørstof.

5.5.6. Barrierer

Den væsentligste barriere forventes at være den besværlige høst, det dermed forbundne tidsforbrug og i sidste ende høje omkostninger pr. ton bjærget tørstof.

5.5.7. Gaspotentiale

Gasudbyttet må forventes på sigt at være på samme niveau som udbyttet i naturplejegræs, 200-250 l CH₄ pr. kg VS.

5.5.8. Konklusion

Med en forventelig høj råvarepris og mangel på sammenhængende arealer forekommer det umiddelbart tvivlsomt, at store mængder biomasse vil blive realiseret fra randzonerne.

5.5.9. Kilder

Egne skøn og beregninger.

5.6. Biomassepotentiale fra husholdningsaffald (dagrenovation)

5.6.1. Potentiale

Behandling af husholdningsaffald i biogasanlæg har en ganske beskeden udbredelse i Danmark. Der har dog i en årrække kørt et anlæg i Grindsted Kommune, der har samudrånnet husholdningsaffald med spildevandsslam. Solumgruppen har et anlæg under navnet Aikan kørende i Holbæk kommune. For år tilbage kuldsejlede et projekt i Helsingør Kommune pga. lugtgener og tekniske problemer. Desuden blev der i 1996 i Studsgård i Herning Kommune etableret et relativt ambitiøst projekt med samudrånning af husdyrgødning og kildesorteret husholdningsaffald. Det samme gjaldt Aarhus Kommune i samarbejde med Biogasanlægget Aarhus Nord. Endelig kørte Vaarst-Fjellerød i nogle år med husholdningsaffald, som en del af biomassegrundlaget.

Analysen vedrørende husholdningsaffald er alene baseret på den hidtil kendte udvikling, da Miljøstyrelsen er på vej med en ny ressourcestrategi for området.

Der er ingen tvivl om, at husholdningsaffald kan være en glimrende ressource for biogasproduktion, men ved samudrånning med gylle og senere udspreddning på markerne er kravet, at materialet har en meget høj kvalitet med hensyn til indhold af fremmedlegemer, tungmetaller og miljøfremmede stoffer.

Selvom der har været arbejdet med forskellige forbehandlingsmetoder, er dette indtil for nylig ikke lykkedes, og der har i en årrække ikke været anlæg, der satsede på denne affaldsressource.

Ifølge Miljøstyrelsens affaldsstatistik er der i alt ca. 1,6 mio. ton dagrenovation på årsbasis i Danmark med et indhold på godt 800.000 ton organisk affald (Werther, 2011), hvoraf kun en brøkdel i dag indsamles i form af kildesorteret affald. Tørstofindholdet kan formentlig variere afhængigt af indsamlingssystemerne, men er i et eksempel fundet at være ca. 23 % (Trekantsområdet, 2000). Andre mener, det godt kan være 30 % (Møller, H.B. 2013). Det betyder, at der er mellem 200.000 og 250.000 ton TS til rådighed i den organiske del af dagrenovation.

5.6.2. Fremtidig udvikling

Miljøstyrelsen er for øjeblikket i gang med at formulere en ny ressourcestrategi, der, når den implementeres, må forventes at påvirke de mængder, der er til rådighed. Den vil sætte nye mål for forebyggelse af madspild og genanvendelse. Det forventes derfor, at mængderne af organisk affald kan reduceres.

5.6.3. Teknologi til fremskaffelse

Husholdningsaffaldet kan enten indsamles kildesorteret eller usorteret.

Forbehandling: Dong Energy udvikler et system under navet Renaissance, der kan forbehandle usorteret husholdningsaffald. Det indebærer opvarmning under tryk og enzymtilsætning. Et andet system udvikles af firmaet Komtek, der under navnet Ecogi anvender en pulper til forbehandling af kildesorteret affald. Det kildesorterede affald opslemmes i væske til en pulp med et tørstofindhold på mellem 7 og 15 %. Aikans koncept anvender affaldet uden videre forbehandling.

5.6.4. Biomassens tørstofpotentiale

Tabel 19. Tørstofpotentiale i husholdningsaffald

	Nu *)
Potentiale, 1.000 tons organisk affald	800
1.000 tons TS	200-250

*) Fremtidsprognosen afventer ressourcestrategien fra Miljøstyrelsen.

5.6.5. Regional fordeling

Husholdningsaffald produceres der, hvor der bor mennesker. Det betyder, at potentialet er størst omkring de store byer Københavnsområdet, Aarhus, Odense, Ålborg, Trekantsområdet og Esbjerg.

5.6.6. Økonomi

Langt den største mængde af husholdningsaffald i Danmark går i dag til forbrænding. Det betyder, at den belægges med både gebyr til drift af forbrændingsanlægget, men også affaldsforbrændingsafgift til staten. Kommunerne har derfor allerede i dag incitamentet til at søge affaldet recirkuleret som alternativ til forbrænding. Når det ikke sker i dag, skyldes det formodentlig en vurdering af, at flerstrengt indsamling, kompostering og afsætning trods alt er dyrere, og at de som ejere af forbrændingsanlægene har en interesse i at forsyne dem med affald. Der er ingen tvivl om, at de virksomheder, der udvikler forbehandlingsteknologi ser et potentiale deri, at have både betalingsvillige leverandører af affald, og betalingsvillige aftagere af det forbehandlede affald. Der gøres ikke her forsøg på at estimere hverken prisniveauer eller behandlingsomkostninger.

Indtil videre findes der ikke nogen markedspris for husholdningsaffald til biogasproduktion. Belært af erfaringerne med leverance af affald må der regnes med, at der kommer en pris på, og at den afhænger af udbud og efterspørgsel. Hvis kommunerne er villige til at betale indsamling og forbehandling vil

prisen være 0, men hvis affaldet viser sig attraktivt for anlæggene, kan de være villige til at betale det samme som for f.eks. majsensilage, nemlig op til ca. 1.000 kr. pr. ton tørstof, afhængigt af kornprisen.

5.6.7. Barrierer

Eftersom Ecogi konceptet kræver kildesortering af affaldet, kunne det se ud som om Renaissance konceptet står relativt stærkt, og kommunerne vil sandsynligvis næppe indføre kildesortering af husholdningsaffald, hvis der tilbydes løsninger, der kan håndtere affaldet usorteret. På den anden side set vurderes Renaissance konceptet at tilbyde en noget dyrere forbehandling end Ecogi (og måske også Aikan). Udbud og efterspørgsel vil i sidste ende afgøre hvilken forbehandlingsteknologi, der vil blive fremherskende.

Et andet aspekt er spørgsmålet om, hvor velegnet restprodukterne er til anvendelse som gødning i planteproduktionen. Renaissance indebærer opløsning af så godt som alt opløseligt materiale, og da affaldet som udgangspunkt ikke er sorteret, kan det ikke afvises, at afgasset gylle herfra kan være mindre genanvendeligt end det fra Ecogi.

Desuden er der det forhold, at Mejeribrugets brancheaftale, der omfatter danske og svenske mejerier, indeholder en regel om, at ikke sporbart affald ikke må anvendes som gødning på mælkeproducenters jord, hvilket med den nuværende fortolkning udelukker husholdningsaffaldet i flertallet af biogasfællesanlæg og henviser det til udrådningsanlæg på spildevandsrensingsanlæg, hvor det afgassede produkt for en dels vedkommende går til forbrænding.

Endelig er der det forhold, at kommunerne også har incitamenter til at skaffe affald til deres forbrændingsanlæg, i det mindste indtil de er afskrevet.

5.6.8. Gaspotentiale

Den organiske del af husholdningsaffald har en høj omsættelighed og undersøgelser ved AU har vist udbytter på 360-390 l CH₄ pr. kg VS.

5.6.9. Konklusion

Husholdningsaffald udgør en ikke ubetydelig ressource for biogasproduktion. Det vurderes, at en stor del af potentialet ad åre vil blive anvendt til biogasproduktion. Om det overvejende bliver sammen med byspildevand afhænger af, om produkterne er egnede til gødningsanvendelse, og om mejeribranchen ændrer sin branchepolitik, så husholdningsaffald må findes i gødning tilført marker til produktion af grovfoder til malkekøer.

5.6.10. Kilder

Affaldsstatistik 2009, 2011. Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 4.

Werther I., 2011. Faktaark. Organisk affald, mængder og ressourcer, Miljøstyrelsen.

5.7. Biomassepotentiale fra organisk industriaffald

5.7.1. Potentiale

Det har i en længere årrække været almindelig praksis, at biogasanlæggene supplerede husdyrgødningen med relativt betydelige mængder organisk industriaffald, dels for at øge gasproduktionen, dels fordi modtagelsen af visse affaldstyper kunne medføre betaling af et modtagegebyr.

Affaldet kommer primært fra fødevarerindustrien. Indtil for ca. 10 år siden, hvor biogasfællesanlæggenes biomassetilførsel blev registreret som led i Energistyrelsens udviklingsprogrammer for biogas fremgik det, at fællesanlæggene behandlede ca. 300.000 organisk industriaffald om året. Gårdanlæggene,

der samlet behandler næsten lige så stor en gyllemængde som fællesanlæggene, kan formodes at anvende en tilsvarende mængde, måske lidt mindre. Det skal understreges, at der her er tale om et skøn.

En del af de nævnte affaldsmængder tilføres i form af importeret affald. Fremkomsten af stærke biogas-sektorer i Centraleuropa har imidlertid udtørret disse kilder til affald, det gælder især blegejord, der for år tilbage var særdeles populært blandt danske anlæg, og i de senere år er det blevet en tvivlsom forretning af importeret glycerin, der er et affaldsprodukt fra europæisk biodieselproduktion. En sidste type, der gennem en længere årrække har været tilført, er affald fra den norske fiskeindustri.

Den økonomiske krise, reduceret svineproduktion samt øget inden- og udenlandsk konkurrence om affaldet har medført, at det er blevet både dyrere og vanskeligere at fastholde tidligere tiders mængder, og det vurderes, at de samlede mængder, der i dag tilføres biogasanlæggene er noget lavere end for ti år siden. I stedet er anlæggene langsomt begyndt at se sig om efter andre ressourcer.

I forbindelse med afslutningen af det sidste udviklingsprogram i 2002 blev det vurderet, at der kunne produceres ca. 200.000 tons pulp på årsbasis af kassater fra slagterierne. Der blev også gennemført forsøg med forskelligt materiale. Der var godt med gas i det, men ben-stumper gav praktiske problemer i anlæggene, ligesom et meget højt fosforindhold var problematisk i forhold til anvendelse af det afgas-sede produkt. Endelig viste det sig, at DAKA kunne se en bedre forretning i selv at anvende affaldet til produktion af biodiesel. Dette medfører imidlertid en produktion af en mindre mængde glycerin, der desværre indeholder så store mængder svovl, at mange biogasanlæg har opgivet at anvende den. Det vil altid være sådan, at en affaldsproducent vil vælge den økonomisk mest attraktive måde at håndtere og bortskaffe sit affald, og såfremt det har andre anvendelser, giver det god mening at gøre det i stedet for at sende det til et biogasanlæg. Et andet eksempel på det er spildevand fra produktion af kartoffelmel. Der produceres ret store mængder af dette i Danmark, og der har været en række kontakter mellem kartoffelmelsfabrikker og biogasanlæg, der har ført til forsøgsudrådninger, men mere er det ikke blevet til. I sidste ende har fabrikkerne fundet andre anvendelser, der kunne udvise bedre økonomi.

Det er vanskeligt via de offentlige statistikker at få et klart billede af potentialerne i organisk industriaffald, idet oplysningerne ikke er detaljerede nok. Nedenstående tabel er hentet fra Miljøstyrelsens affaldsstatistik 2009.

Umiddelbart synes der at være ca. 250.000 ton til rådighed i form af madspild/andet organisk og slam (se tabel 20). En anden tabel affaldsstatistikken viser, at der fra nærings- og nydelsesmiddelindustrien genanvendes knap 230.000 ton, hvilket svarer ganske godt til førnævnte størrelsesorden, men noget mindre end ovennævnte skøn for de mængder biogasanlæggene modtager.

Tabel 20. Affaldsproduktion fra industri opdelt på fraktion, angivet i 1.000 tons.

1000 tons	2009
Forbrændingseget	193
Ikke forbrændingseget	59
Papir og pap	175
Plast	23
Madspild/andet organisk	118
Røejord (2)	182
Jern og metal (1)	170
Slam	130
Farligt affald	203
Andet	202
I alt	1457

Kilde: ISAG og (1) ISAG samt oplysninger fra genvindingsindustrien og større skrothandlere
(2) indberetning om røejord fra DANISCO

5.7.2. Fremtidig udvikling

Det vurderes sandsynligt, at mængderne af affald fra den danske fødevarerindustri i fremtiden vil stagnere eller måske endda reduceres. Der er næppe udsigt til stor forøgelse af husdyrproduktionen i Danmark, og fremkomst af biogassektorer i vore nabolande vil også medføre, at mulighederne for at importere egnet affald reduceres.

Desuden medfører energiforliget, at biogasproduktion modtager samme subsidiering uanset hvilke råvarer, der anvendes til produktion af biogasen. Det vil sandsynligvis betyde, at nogle fødevarerproducenter selv vil etablere biogasanlæg, i nogle tilfælde uden anvendelse af husdyrgødning, hvorved det pågældende affald er tabt for den landbrugsbaserede landbrugssektor.

Der kan imidlertid godt tænkes nye typer af affaldsprodukter fra nye eller ekspanderende eksisterende produktioner.

Det kunne være fra medicinalindustrien, f.eks. Novozymes eller fra produktionen af 2. generations ethanol, som der har været tanker om, dels på Bornholm, dels i Holstebro. Projektet på Bornholm realiseres næppe, hvorimod der arbejdes videre med projektet i Holstebro. Der bliver her tale om et anlæg, der kan behandle 400.000 tons halm på årsbasis. Som biprodukt ventes der en produktion af 4-500 kg melasse og 3-400 kg fibermasse af hver ton halm, der anvendes. Det vil sige, at der 160-200.000 ton melasse, som er særdeles velegnet til biogasproduktion. Meningen er at forsyne det nyetablerede Maa-bjerg BioEnergy med dette melasseprodukt. I tillæg vil der blive produceret en i forhold hertil lidt mindre mængde fibermasse, som tænkes anvendt som brændsel.

Om melassedelen kommer på markedet afhænger naturligvis af, om ethanolfabrikken realiseres. Dernæst af, om biogasanvendelse er den økonomisk mest fordelagtige anvendelse af produktet, der er meget sukkerholdigt, og som også kan anvendes som dyrefoder.

5.7.3. Teknologi til fremskaffelse

Affaldet transporteres typisk til biogasanlæggene lastvogne med containere eller tank.

Tabel 21. Opgørelse af biomassepotentiale for organisk affald.

	Nu	2020
Potentiale, tons vådvægt	500.000 *)	500-700.000 **)

*) Relativt groft skøn.

***) Under forudsætning af, at ethanolfabrikken i Holstebro etableres.

5.7.4. Regional fordeling

Ethanolfabrikken tænkes placeret i Vestjylland, nærmere betegnet i Holstebro. Det er samtidig et husdyrtæt område, hvor melassen, såfremt den afsættes til flere biogasanlæg i området, kan bidrage til at en betydelig del af husdyrgødningen i området behandles i biogasanlæg i fremtiden.

5.7.5. Økonomi

Det kan der for nærværende ikke siges noget om.

5.7.6. Barrierer

- Bliver ethanolanlægget etableret?
- Produceres mængderne som forventet?
- Har melassen højere værdi i alternativ anvendelse – f.eks. til foder?

5.7.7. Konklusion

Det organiske industriaffald, der er egnet til biogasproduktion i Danmark er stort set i anvendelse til biogasproduktion. Det er vanskeligt at pege på nye industrier, der som en del af aktiviteten kommer til at producere betydelige mængder affald. En mulig undtagelse er et planlagt ethanolanlæg ved Holstebro. Det vil i givet fald producere ret betydelige mængder biprodukter. Det er tanken, at dette skal anvendes i biogasanlægget i Maabjerg og forventes derfor ikke at komme i fri handel. Til gengæld lægges der beslag på store mængder halm til produktion af ethanolen.

5.7.8. Kilder

Wittrup, S., 2011. Dong sætter højt profileret bioethanol-anlæg på vågeblus, Ingeniøren, 16. dec. 2011.

Elsgaard, L. et al., 2011. Anvendelsesmuligheder for halm til energiformål, Region Midtjylland, marts 2011.

Affaldsstatistik 2009, miljøstyrelsen 2011.

5.8. Biomassepotentiale fra have- og parkaffald

5.8.1. Potentiale

Ifølge Miljøstyrelsens affaldsstatistikker indsamles der ca. 600.000 tons haveaffald på årsbasis i Danmark. Mængden er fordoblet siden midten af 1990'erne, hvilket tilskrives de forbedrede muligheder for at aflevere affaldet på genbrugspladserne. Så godt som al affaldet komposteres og genanvendes af kommunerne.

En ældre vurdering (Miljøstyrelsen, 1989) pegede på, at 25 % af haveejerne dengang håndterede al affaldet ved hjemmekompostering og nedgravning i egen have. Denne andel er givetvis mindre i dag, ikke mindst i lyset af den stigning i affaldsmængderne, der blev nævnt indledningsvist.

Mængderne af haveaffald svinger i sagens natur meget over året, hvor mængderne er størst om sommeren. Desuden peger flere kilder på, at kvaliteten af haveaffaldet kan variere meget, og at affaldet ved ubemandede genbrugspladser end ikke er egnet til kompostering, på grund af forurening med andet affald (Miljøstyrelsen, 1989; Hansen, 2007).

Såfremt dele af haveaffaldet skal anvendes til biogasproduktion skal der sondres mellem de grønne og bløde dele af haveaffaldet, grene og rødder samt jord og sten (se tabel 22). Det vil være afgørende for anvendeligheden af materialet til biogasproduktion, at disse fraktioner kan blive afleveret hver for sig. Det betyder, at affaldet skal afleveres på bemandede genbrugspladser, og at der foretages en vis kontrol for at undgå sammenblanding. Dette kan meget vel medføre meromkostninger for kommunerne, som til gengæld muligvis kan spare på omkostninger til kompostering, men umiddelbart er det vanskeligt at se, hvad der skal motivere kommunerne til at påtage sig meromkostninger af hensyn til biogas-anvendelse af en del af haveaffaldet. Øgede krav om genanvendelse kan dog med tiden ændre dette.

Tabel 22. Sammensætning af haveaffald, Herning, efterår 2004. Hansen, 2007.

Fraktion, procentvis fordeling	Vådvægtsbasis, %	Tørstofbasis, %
Jord	29	37
Græs og blade	25	21
Plantedele	22	17
Træ	12	13
Grene	12	12

I 2004 blev der foretaget en undersøgelse af sammensætningen af haveaffald indsamlet i Herning. Affaldet blev indsamlet om efteråret, og det understreges i rapporten, at affald indsamlet på andre tider af året vil have en anden sammensætning, hvilket givetvis vil sige en større andel græs, blade og plantedele. Tabellen viser, at jordfraktionen udgør ca. 30 %, træ og grene ca. 20 %, og græs, blade og plantedele, det vil sige de fraktioner, der formodes at være biogasegnede, udgør ca. 50 %. Spørgsmålet er, hvor repræsentative tallene er. Om sommeren, hvor mængderne er størst, må de grønne fraktioner forventes at udgøre en større andel. Omvendt kan de forventes at udgøre en meget lille del om vinteren og i foråret, hvor mængderne til gengæld er mindre.

Lidt forsigtigt skønnes det derfor, at de grønne fraktioner udgør 60 % i gennemsnit, svarende til ca. 360.000 ton på årsbasis. Med 30 % tørstof repræsenterer dette en tørstofmængde på 108.000 ton tørstof.

En anden undersøgelse fra Aarhus, (Boldrin, 2010) tyder på, at de grønne fraktioner i sommer og efterår kan udgøre helt op til 90 % af affaldet.

5.8.2. Fremtidig udvikling

Selvom de nævnte mængder i princippet allerede findes, kan de næppe regnes for at være til rådighed til biogasproduktion, før indsamling med dette formål for øje implementeres. Der synes at være grundlag for, at kommunerne overvejer at iværksætte en fraktionsopdelt og kontrolleret indsamling af haveaffaldet på genbrugspladserne, ikke mindst fordi det vil reducere den mængde affald, som kommunerne efterfølgende skal håndtere. Er de grønne fraktioner af tilpas høj kvalitet, bør der ikke være problemer med at afsætte det til biogasanlæggene.

Man kan måske også forestille sig, at mængderne kan øges i det omfang, det viser sig interessant for kommunerne at indsamle f.eks. afklippet plænegræs, når der nu viser sig en oplagt mulighed for afsætning. Det kan heller ikke afvises, at haveejerne kan motiveres til at aflevere mere f.eks. afklippet græs. Det samme vil gælde for f.eks. golfbaner, hvor der både gødskes og klippes relativt intensivt. Det afgørende er, at de enten er forpligtet til at aflevere det, eller at det ikke medfører meromkostninger. I det omfang kommunerne kunne få omkostningerne dækket til indsamling af yderligere mængder af f.eks. afklippet plænegræs fra boldbaner, kan det ikke afvises, at potentialet kan udvides i fremtiden.

5.8.3. Teknologi til fremskaffelse

Have- og parkaffald indsamles overvejende i forbindelse med pleje af haver, parker og grønne områder. Plænegræs kan opsamles maskinelt, hvorimod blade og grenafklip indsamles manuelt. Typisk transporteres affaldet til genbrugspladserne i en trailer efterspændt en personvogn, når det gælder private borgere. Kommuner og virksomheder leverer ofte i mindre traktortrukne vogne eller i containere monteret på lastvogne. Det er helt afgørende for anvendelsen til biogasproduktion, at de forskellige fraktioner læsses hver for sig og aflæsses i hver sin stak.

Der kan måske i nogle tilfælde blive behov for at kunne opbevare affaldet til brug om vinteren, hvilket formentlig kan ske som ensilage.

5.8.4. Biomassens tørstofpotentiale

Tabel 23. Tørstofpotentiale i have- parkaffald.

Potentiale	Nu	2020
Potentiale, 1.000 tons friskmasse	360	430 ^{*)}
TS %	30	30
Potentiale, 1.000 tons TS	108	130

^{*)} Eget skøn.

5.8.5. Regional fordeling

Have parkaffald vil primært produceres i de større byer, hvor der er mange villahaver og grønne områder, som plejes af kommunerne.

5.8.6. Økonomi

Eftersom det for nærværende påhviler kommunerne at håndtere have- og parkaffald fra genbrugsstationerne, er mængderne i princippet til rådighed uden omkostninger. Det skal imidlertid forudsættes, at indsamlingen sker på en måde, så den grønne fraktion kan holdes adskilt fra sten, jord, grene og træ. Det vil sandsynligvis give kommunerne en vis meromkostning, som imidlertid sandsynligvis mere end opvejes af sparede omkostninger til kompostering og videre håndtering af affaldet. Den eneste omkostning, der herefter kan peges på, er transportomkostninger for affaldet, der transporteres til biogasanlægget. Det kan koste ca. 50 kr. pr. ton friskmasse eller ca. 166 kr. pr. ton tørstof.

5.8.7. Barrierer

Den væsentligste barriere synes at være spørgsmålet om, hvorvidt det teknisk og økonomisk lader sig gøre at holde fraktionerne adskilt, så rene grønfraktioner kan tilføres biogasanlægget.

5.8.8. Gaspotentiale

Gasudbyttet af haveaffald er meget afhængigt af hvilke fraktioner, der medtages, og det vurderes, at spændet vil være fra 100-250 l CH₄ pr. kg VS

5.8.9. Konklusion

Potentialet vurderes at være mindst 100.000 ton tørstof på årsbasis. Om dette realiseres vil afhænge af, om der udvikles systemer til indsamling af fraktioner, der både er tilpas omsættelige og fri for f.eks. sten og grene.

5.8.10. Kilder

Hansen, T.L. & Boldrin, A., 2007. Bilagsrapport nr. 4, Modellering af behandlingen af haveaffald i Herning Kommune, DTU.

Elmlund, A. et al., 1989. Miljøprojekt nr. 113, Miljøstyrelsen.

Boldrin, A. & Christensen, T. H., 2010. Seasonal generation and composition of garden waste in Aarhus (Denmark), DTU.

5.9. Biomassepotentiale fra akvatisk biomasse

5.9.1. Potentiale

Det har ikke været muligt at opdrive samlede opgørelser af mængder af akvatisk biomasse, der er til rådighed i Danmark. Der kan principielt være tre typer:

1. Tang og alger, der opskylles på de danske strande
2. Grøde, der slås i søer og vandløb
3. Produktion af mikro- eller makroalger.

1. Langs de danske kyster skylles der store mængder tang og alger op på strandene hen over året. Om sommeren kan der opskylles små, men for badegæster meget generende, mængder af fedtede mikroalger. Især om efteråret og i vintermånederne, og især på strande langs de indre farvande, opskylles ofte anseelige mængder af ålegræs og tang. Mængderne er yderst variable og kan lægge sig som en ensartet bræmme langs strandene eller samles i store bunker f.eks. ved høfder og bølgebrydere.

I Solrød Kommune har man over en årrække arbejdet med at udnytte opskyllet tang til biogasformål. Baggrunden er, at der opskylles ret betydelige mængder tang og ålegræs på den bynære strand, hvilket førte til lejlighedsvis lugtgener, ligesom opskyl af mikroalger om sommeren er generende for de badende. I samarbejde med kommunen foretager den lokale grundejerforening derfor en indsamling af tang med henblik på bortskaffelse, hvilket kan være en bekostelig affære. Der er udtænkt planer om at etablere biogasanlæg til behandling af tangen. Det er også planen at indsamle tang fra nabokommunernes strande - i alt en strækning på 39 km.

Mængden af tang blev estimeret ud fra de erfaringer, der blev gjort ved fjernelse af tang fra selve Solrød Strand i 2009, hvor der blev fjernet 1.080 tons pr. km. I alt blev mængden opgjort til 42.000 tons for den samlede strækning. I den udarbejdede rapport (Frendenslund, 2010) blev tørstofudbyttet estimeret til godt 24.000 tons for strækningen som helhed, men den er i praksis sandsynligvis en del lavere, når først et betydeligt sandindhold er fraregnet. Gasudbyttet blev estimeret til 21,5 Nm³ metan pr. ton tørstof. Grundlaget for at vurdere potentialet er ganske sparsomt. De 1.080 tons pr. km kan på ingen måde siges at være repræsentative, fordi mængderne, der opskylles, kan være meget forskellige. Hertil kommer, at den indsamlede tang pga. af indsamlingsmetoden indeholdt endog meget store mængder sand, hvilket gør vurderingen af den organiske del meget usikker. Det er derfor ikke muligt at foretage et kvalificeret skøn over et samlet potentiale. Der synes dog at være et ganske betydeligt potentiale på de strande, hvor der opskyller mest materiale. Mange steder vil det imidlertid være overordentligt vanskeligt at indsamle tangen, fordi det er vanskeligt at køre med maskineriet pga. sten.

2. I forarbejdet for +10 tons planen har Aarhus Universitet foretaget skøn for mængderne af grøde, der kan indsamles i de danske vandløb. Der regnes med 5-6 ton pr. km med 15 % tørstof, og der er således skønnet, at der i alt er 7.100 tons tørstof til rådighed på årsbasis. Biogasfællesanlægget Linkogas i Sønderjylland har i nogle år modtaget en vis mængde grøde fra grødeskær i Vejle kommune. Kommunerne har forpligtelsen til vandløbspleje og skal derfor skære grøde i et vist omfang, som skal opsamles og bortskaffes. Der skæres af hensyn til vandløbsfaunaen ikke nær så meget grøde som tidligere, og det vil i fremtiden blive endnu mindre pga. nye tiltag. Det betyder, at de mængder, der er til rådighed, kunne være større ved en ændret skæringsstrategi. Denne skal imidlertid ses i sammenhæng med andre hensyn, der skal tages i forbindelse med vandløbsvedligeholdelse. Der er ikke foretaget skøn for potentialet fra søer.

3. Dyrkning af alger til biogasproduktion synes ifølge en rapport fra Københavns Universitet (Wegeberg, *et al.*, 2010) at ligge et stykke ud i fremtiden. Dyrkningsomkostningerne er for nærværende for høje.

5.9.2. Fremtidig udvikling

Det er sandsynligt, at akvatisk biomasse i fremtiden vil finde vej til biogasanlæg. Men det vil være biomasse, som bjerger af andre hensyn end med biogasproduktion for øje. Dvs. som i eksemplet Solrød, hvor tangen fra stranden ønskes fjernet af hensyn til beboere og badegæster, og grøde fra vandløbspleje, som kommunerne indsamler med henblik på fjernelse. Derimod er det næppe sandsynligt, at der på kommerциelle vilkår kan dyrkes eller indsamles akvatisk biomasse til biogasproduktion.

5.9.3. Teknologi

Det helt store problem ved indsamling af tang fra strandarealer er indholdet af sand. Så snart tangen ligger på stranden, er den blandet med sand i større eller mindre omfang. I forbindelse med Solrød projektet blev der udført forsøg med forskellige indsamlingsmetoder. Tangen kan indsamles i vandet, hvilket mindsker sandindholdet, men det er ikke særligt rationelt. Det letteste er at samle tangen fra bunker på stranden, men i så fald må den sigtes, og måske oveni købet vaskes før tilførsel til biogasanlægget. Hvis den tilføres biogasanlægget uden frasortering af sand, skal der tages særlige forholdsregler i anlæggets design. Derfor forudsætter tilførsel af tang fra strandarealer sandsynligvis, at der ligger en betalingsvillighed bag et ønske om at få tangen bortskaffet.

Grøde fra vandløb opsamles ofte ved kunstige grødespærringer i vandløbene, hvor grøden kan læsses på lastvogne med en svinggrab. Det er en opgave, som kommunerne udfører allerede i dag, og det er nærliggende at dirigere denne biomasse til biogasanlæg.

5.9.4. Biomassens tørstofpotentiale

Tang og grøde er ikke specielt letomsætteligt, men med passende lang opholdstid er det muligt at udvinde en vis mængde biogas. Især ålegræs er langsomt nedbrydeligt (det er formentlig derfor, det kan bruges som tagdækningsmateriale på Læsø).

Tabel 24. Grøde fra vandløbspleje.

	2012	2020
Potentiale, 1.000 tons friskmasse	47	30
TS %	15	15
Potentiale, 1.000 tons TS	7,1	4,5

5.9.5. Regional fordeling

Med hensyn til tang, der opskylles, findes de største mængder ved kysterne langs Østersøen, dvs. øerne. Ved den jyske vestkyst forefindes almindeligvis ikke de store mængder, hvor det ellers ville være lettere at indsamle. Grøde fra vandløb vil til gengæld findes i større mængder i det jyske, eftersom det er her, de store vandløb findes.

5.9.6. Miljøeffekt

Fjernelse af grød og tang medfører fjernelse af næringsstoffer til gavn for vandmiljøerne. Tilføres biomassen biogasanlæg, vil næringsstofferne blive recirkuleret til fødekæden. Effekten heraf kan være ret betydelig (Fredenslund, 2010). Opmærksomheden skal imidlertid henledes på indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i den akvatiske biomasse, som ikke er ønskeværdigt at få ind i fødekæden.

5.9.7. Økonomi

I Solrødrapporten blev indsamling, rensning og transport af tang opsamlet fra stranden beregnet til 136 kr. pr. ton. Med antagelse om 10-40 % indhold, der ikke består af sand, kan prisen pr. ton tørstof beregnes til 340-1.360 kr. pr. ton tørstof.

For grøde, der opsamles fra vandløbene bør eneste omkostning (om nogen) være transporten til biogasanlægget, 30-50 kr. pr. ton. Det giver en pris pr. ton tørstof på mellem 0 og 333 kr.

5.9.8. Barrierer

For opskyllet tang er der brug for en teknologiudvikling for rationel indsamling og forbehandling af tang. Selvom det ikke kan kvantificeres, er det vurderingen, at der er et vist potentiale. Indholdet er sand er det største problem. Men der vil også typisk være forurening af materialet fra andre typer fremmedlegemer, som ofte skylles op på stranden, men som ikke er velkomne i biogasanlægget. Fremmedlegemer udgør også et problem i grøde fra vandløbsvedligeholdelse.

5.9.9. Gaspotentiale

Gaspotentialet i tang vil være meget varierende. Visse typer tang, der er dyrket og høstet, kan have et højt potentiale, medens andre typer har et lavt potentiale. Udbytterne spænder således fra 125-320 l CH₄ pr. kg VS. Tang, der er opskyllet på stranden, har et ret lavt potentiale, og de opnåede udbytter spænder fra 100-150 CH₄ pr. kg VS.

5.9.10. Konklusion

På grund af stadigt strengere miljøkrav forventes potentialet i grøde fra vandløb at falde. Det vil ikke spille en nævneværdig rolle som biomasse til biogasproduktion. Tang og alger opsamlet fra strande vil sandsynligvis kun finde anvendelse, hvor der i forvejen er en stærk interesse for at få materialet fjernet fra stranden. Indsamling fra strande er formentlig for dyrt til, at det vil komme til at foregå kommercielt.

5.9.11. Kilder

Fredenslund, A. *et al.*, 2010. Udnyttelse af tang og restprodukter til produktion af biogas, Fase 1, Forundersøgelse, Solrød Kommune.

Kristensen, I.T. & Jørgensen, U., 2012. Baggrundsnotat: Forudsætninger for og beregning af biomasse-scenarier for landbruget, Aarhus Universitet.

PlanEnergi, 2009. Optimal udnyttelse af biogasressourcen ved hjælp af opgradering til naturgaskvalitet. Salling som eksempel. For Naturgas Midt-Nord.

Wgeberg, S. & Feldby, C., 2010. Algae Biomass for Bioenergy in Denmark, Biological/Technical Challenges and Opportunities, University of Copenhagen.

5.10. Biomassepotentiale fra majsensilage

5.10.1. Potentiale

Majs er en af de få afgrøder, der typisk kan dyrkes år efter år uden nævneværdige sædskifteproblemer. Majs har vundet indpas som den dominerende afgrøde til grovfoderforsyning i kvægbruget.

Majsensilage har også vist sig attraktiv som energiafgrøde til biogasproduktion. I flere europæiske lande, herunder specielt i Tyskland, er der udviklet en biogassektor, der anvender majsensilage som det dominerende substrat i produktionen. Majs giver høje udbytter, kan dyrkes og høstes meget rationelt, og det er nemt at håndtere i biogasanlægget. Derfor er der også i Danmark en del fokus på majs til biogas. På den anden side set er den ikke den mest bæredygtige afgrøde, idet den kræver en del både kvælstof og pesticider

For øjeblikket dyrkes der knap 175.000 ha med majs til opfodring (Danmarks Statistik) ud af et samlet landbrugsareal på 2,6 mio. ha. Areal med majs til biogasproduktion kan således øges meget væsentligt, dersom den efterspørges.

5.10.2. Fremtidig udvikling

Arealet med majs til opfodring hænger i sagens natur sammen med antallet af kvæg, især malkekvæg. Bestanden af malkekøer har i de seneste år ligget på godt 550.000 dyr. Antallet forventes stort set uændret frem mod 2020 (se afsnit 4).

Der har i Danmark været en debat om hvorvidt energiaftalens rammebetingelser kunne medføre, at areal med majs til biogas kunne stige kraftigt og dermed påvirke det danske landskab og medføre negative konkurrencemæssige konsekvenser for det husdyrproducerende landbrug. Debatten har medført, at der nu er indført maksimumsregler for anvendelsen af majsensilage til biogas.

Grøn Vækst planen sigter efter en 50 % udnyttelse af husdyrgødningen skal anvendes til biogasproduktion. Et maksimumsscenario kunne være denne: 50 % af husdyrgødningen svarer til ca. 15 mio. tons gylle (jf. tabel 7). Hvis der anvendes 25 % majs i tillæg til denne gylle, som det ifølge de nye regler bliver muligt i en periode, vil der blive anvendt 3,75 mio. ton majs. Med et udbytte på 40 ton majs pr. ha, vil majsarealet således blive udvidet med 93.750 ha svarende til en udvidelse af det nuværende majsareal på 54 %. I alt vil der så i den relativt korte periode fra 2015-2017 maksimalt kunne dyrkes majs til danske køer og danske biogasanlæg på knap 270.000 ha ved 25 % tilsætning ud af det samlede landbrugsareal på 2,6 mio. ha. Fra 2018-2020 kan der maksimalt anvendes 12 % 3,75 mio. tons majs udgør med 30 % tørstof et potentiale på godt 1,1 mio. tons tørstof.

5.10.3. Teknologi til fremskaffelse

Majs til ensilering høstes i dag særdeles rationelt med selvkørende finsnitter og et antal ledsagevogne, afhængigt af hvor langt der er til ensilagepladsen. Her kan ensilagen lægges i endog særdeles store stakke, hvilket ses flere steder i Tyskland.

5.10.4. Biomassens tørstofpotentiale

Det nuværende areal, hvor der dyrkes majs til biogasproduktion i Danmark kendes ikke. Det vurderes imidlertid at være relativt beskedent. I Sønderjylland dyrkes der imidlertid majs til eksport til tyske biogasanlæg. Denne mængde er ikke inkluderet i nedenstående tabel 25. I 2020 kan der ifølge ovenstående anvendes 12 % energiafgrøder. Af de nye regler fremgår det, at det derefter forventes, at andelen skal være lavere. Majsensilage kommer imidlertid ikke til at være eneste energiafgrøde substrat, der anvendes. I tabellen er det derfor vurderet, at majsens højst kan udgøre 50 % af de energiafgrøder, der anvendes i 2020, resten vil udgøres af primært roer, men også kløvergræs og andet.

Tabel 25. Potentialet for majs til biogasproduktion.

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	<1000 *)	25.000 **)
Potentiale, 1.000 tons friskmasse	<40	1.000
TS %	30	30
Potentiale, 1.000 tons TS	<12	300

*) Eget skøn

**) Hvis majsandelen er 25 %, kræver det som nævnt ovenfor knap 100.000 ha. I 2020 er maksimumandelen 12,5 % svarende til 50.000 ha. Det forudsættes, at majs ikke bliver eneste energiafgrøde eller tilsætning, men at det måske skønsmæssigt udgør halvdelen, svarende til at det nødvendige areal halveres svarende til de anførte 25.000 ha.

5.10.5. Regional fordeling

Majs til opfodring dyrkes i sagens natur der, hvor malkekvæget findes, det vil sige primært i Vest- og Syddjylland samt i Himmerland. Majs til biogasproduktion vil primært findes der, hvor biogasproduktionen foregår, selvom en vis transport formentlig kan accepteres. Biogasanlæggene placeres der, hvor der er husdyrproduktion generelt, dvs. de førnævnte områder, men udstrakt til resten af det jyske område og i mindre grad på øerne.

5.10.6. Økonomi

Majs til biogasproduktion er en salgsafgrøde, der skal være konkurrencedygtig med dyrkning af andre af landbrugets salgsafgrøder. Det betyder, at ønsket om at udbyde majs til biogasproduktion vil være ret følsomt overfor indtjeningsmulighederne ved dyrkning og salg af andre afgrøder, f.eks. korn. Der kan være lokale forhold, der gør sig gældende, men det må konstateres, at majs, der dyrkes med henblik på salg til biogasproduktion, skal være indtjeningsmæssigt konkurrencedygtig overfor f.eks. dyrkning af hvede. Indgåelse af langtidskontrakter kan formentlig fast lægge et prisniveau ud fra en forventet gennemsnitlig kornpris, til begge parter tilfredshed.

I nedenstående tabeller er der vist aktuelle beregninger af, hvad balanceprisen for majs skal være, for at landmanden har break even ved forskellig kornpris. Der er anvendt forudsætninger fra budgetkalkuler fra Videncentret for Landbrug for hhv. JB 5-6 og 1-3.

Tabel 26. Balancepris for majs ved forskellig hvedepris, JB 5-6.

Majshøst	JB 5-6	11000	FE			
	1 FE	1,17	kg TS			
	kg TS	12870	kg TS			
	TS %	30	%			
	kg frisk	42900				
	Ton frisk	43				
Dyrkningsomkostninger majs	kr/ha	6704	6704	6704	6704	6704
Hvedepris	kr/kg	1	1,25	1,5	1,75	2
DB i hvede efter mask. og arb. Omk.	Kr/ha	4817	7061	9317	11567	13818
Break even salgspris for majs	kr/ha	11521	13765	16021	18271	20522
Break even salgspris for majs	kr/ton	269	321	373	426	478

Forklaring:

JB 5-6 er god jord, hvor der produceres 11.000 FE pr. ha pr. år

1 FE (foderenhed) indeholder 1,17 kg tørstof

De 11.000 FE udgør altså 12.870 kg tørstof

TS % er tørstofandelen, her 30 %

Kg frisk er den beregnede mængde friskmasse

Det fremgår af tabellen, at omkostningerne ved at producere 43 ton majs er 6.704 kr., svarende til udbytte og omkostninger pr. ha. Disse omkostninger skal først og fremmest dækkes gennem salg af majs. Det fremgår også, at landmanden ved en pris på hvede på 1 kr. pr.kg ville i stedet ville have en fortjeneste på 4.817 kr. pr. ha. Det betyder, at han ved salg af majs skal have dækning for både sine produktionsomkostninger og det, han alternativt kunne have tjent ved at dyrke hvede, hvilket i det nævnte tilfælde ville blive 11.521 kr. pr. ha eller 269 kr. pr. ton majs. Denne balancepris stiger naturligvis ved stigende kornpris og når i det viste eksempel en maksimumspris på 426 kr. pr. ton majs ved den aktuelle hvedepris på ca. 1,75 kr. pr. kg. hvede.

Tabel 27. Balancepris for majs ved forskellig hvedepris, JB 1-3

Majshøst	JB 1-3	9000	FE			
	1 FE	1,17	kg TS			
	kg TS	10530	kg TS			
	TS %	30	%			
	kg frisk	35100				
	Ton frisk	35				
Dyrkningsomkostninger majs	kr/ha	6625	6625	6625	6625	6625
Hvedepris	kr/kg	1	1,25	1,5	1,75	2
DB i hvede efter mask. og arb. Omk.	Kr/ha	1292	2667	4042	5417	6792
Break even salgspris for majs	kr/ha	7917	9292	10667	12042	13417
Break even salgspris for majs	kr/ton	226	265	304	343	382

Forklaring:

JB 1-3 er sandjord, hvor der produceres 9000 FE pr. ha pr. år

1 FE (foderenhed) indeholder 1,17 kg tørstof

De 9000 FE udgør altså 10.530 kg tørstof

TS % er tørstofandelen, her 30 %

Kg frisk er den beregnede mængde friskmasse

De mere sandede jorder er ikke så velegnede til kornproduktion som de bedre jorder. Derfor kan majsen lidt bedre konkurrere her, hvilket afspejler sig i lidt lavere balancepris i forhold til hvededyrkning, end tilfældet er i tabel 26.

5.10.7. Barrierer

Majs kræver typisk en noget længere opholdstid, end de gængse produkter danske anlæg hidtil har benyttet sig af. De eksisterende anlæg kører typisk med opholdstider på 15-25 dage (dog + opholdstid i efterlager med gasopsamling), hvor man i tyske anlæg, der anvender majs og lignende har opholdstider på 40-60 dage, nogle gange mere. Det betyder, at de eksisterende anlæg i Danmark risikerer at få en relativt dårlig udnyttelse af majsen, såfremt opholdstiden ikke forlænges.

Anvendelsen af majs vil i høj grad afhænge af udviklingen i kornprisen frem til 2020, og hvilken værdi af biogassen anlæggene kan opnå. Jo lavere kornpris og højere gaspris, desto større vil anvendelsen af majs til biogasproduktion alt andet lige blive.

5.10.8. Gaspotentiale

Gaspotentialet i majs vil afhænge af kvaliteten, som kan variere med sort og høsttidspunkt, ligesom den valgte stubhøjde har betydning. De udbytter, der kan forventes at blive opnået, varierer fra 290-360 l CH₄ pr. kg VS.

5.10.9. Konklusion

Anvendelsen af majsensilage til biogasproduktion vil afhænge af udviklingen i kornprisen. For nye anlæg, hvor der tages højde for behovet for øget opholdstid, vil majsensilage være en attraktiv alternativ biomasse, når kornprisen er tilstrækkelig lav. Men der er også stor interesse for andre energiafgrøder. Det vurderes derfor, at majs til biogasproduktion ved lave kornpriser vil få et vist omfang med et arealmæssigt maksimum, som anført i tabel 25.

5.10.10. Kilder

Gregersen, K.H. (2012). Egne beregninger på baggrund af Budgetkalkuler, Videntcentret for Landbrug.

Tafdrup, S. (2012). Begrænsning for brug af majs og andre energiafgrøder til produktion af biogas, Energistyrelsen.

Danmarks Statistik, Statistikbanken.

5.11. Biomassepotentiale fra roer

5.11.1. Potentiale

Der dyrkes p.t. 40.000 ha. med fabriksroer og 4.000 ha med foderroer i Danmark. (Danmarks Statistik). Tidligere var anvendelsen af fodersukkerroer udbredt i kvægbruget. EU's landbrugsstøtteregler og fremkomsten af majs sorter tilpasset det danske klima har over de sidste godt 20 år næsten fuldstændig substitueret foderroerne.

Roer kan imidlertid yde et højere tørstofudbytte pr. ha, og derfor er der en vis interesse for at reintrodere roerne i foderrationen til malkekvæg, men særligt blandt de eksisterende biogasanlæg er interessen stor. Det skyldes, at tørstofindholdet har en højere omsættelighed end majs, hvilket betyder, at den ikke kræver så lang opholdstid og derfor passer bedre til anlægskonfigurationen på de nuværende anlæg.

5.11.2. Fremtidig udvikling

I 2020 kan der anvendes 12 % energiafgrøder. I afsnit 5.10. er det beregnet, at 12 % energiafgrøder i tillæg til 50 % af husdyrgødningen i 2020 kan lægge beslag på maksimalt 50.000 ha. Det skønnes, at halvdelen heraf kan udgøres af roer til biogasproduktion set i lyset af den aktuelle interesse for roer til biogasproduktion.

5.11.3. Teknologi til fremskaffelse

Roer optages med bugserede eller selvkørende roeoptagere. Der findes en enkelt dansk producent af udstyr. Eftersom roeproduktionen i en længere årrække næsten udelukkende har fundet sted på Lolland og Falster, skal maskinstationer rundt om i landet investere i nyt udstyr i takt med at landbruget begynder at dyrke roer for at efterkomme biogasanlæggenes efterspørgsel.

Tabel 28. Tørstofpotentiale i roer til biogas (på sandjord).

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	<1.000	25.000 *)
Potentiale, tons friskmasse	<45.000	1.125.000
TS %	20	20
Potentiale, tons TS	9.000	225.000

*) Eget skøn, samme ræsonnement som under majsensilage.

5.11.4. Regional fordeling

Produktionen af roer til biogas vil sandsynligvis ske relativt lokalt i forhold til beliggenheden af de biogasanlæg, som efterspørger råvaren. Det vil sige primært i Jylland.

5.11.5. Økonomi

Prisen for tilvejebringelse af roer til biogasproduktion vil, som det er tilfældet for majs, generelt være meget følsom overfor kornprisen. Det er, fordi landmanden må skele til, hvad han alternativt kunne tjene på kornproduktion, når han skal forhandle prisen på leverance af majs.

Tabel 29. Balancepris for roer ved forskellig kornpris, JB 5-6.

Roehøst	JB 5-6	13000	FE			
	1 FE	1	kg TS			
	kg TS	13000	kg TS			
	TS %	20	%			
	kg frisk	65000				
	Ton frisk	65				
Dyrkningsomkostninger roer	kr/ha	8823	8823	8823	8823	8823
Hvedepris	kr/kg	1	1,25	1,5	1,75	2
DB i hvede efter mask. og arb. Omk.	Kr/ha	4817	7061	9317	11567	13818
Break even salgspris for roer	kr/ha	13640	15884	18140	20390	22641
Break even salgspris for roer	kr/ton	210	244	279	314	348

Tabellen viser, at et ton roer kan erhverves for 210 kr. pr. ton ved en hvedepris på 1 kr. pr. kg og 348 kr. pr. ton ved en hvedepris på 2 kr. på de bedre jorder.

Tabel 30. Balancepris for roer ved forskellig kornpris, JB 1-3.

Roehøst	JB 1-3	9000	FE			
	1 FE	1	kg TS			
	kg TS	9000	kg TS			
	TS %	20	%			
	kg frisk	45000				
	Ton frisk	45				
Dyrkningsomkostninger roer	kr/ha	8567	8567	8567	8567	8567
Hvedepris	kr/kg	1	1,25	1,5	1,75	2
DB i hvede efter mask. og arb. Omk.	Kr/ha	1292	2667	4042	5417	6792
Break even salgspris for roer	kr/ha	9859	11234	12609	13984	15359
Break even salgspris for roer	kr/ton	219	250	280	311	341

Tabellen viser, at et ton roer kan erhverves for 219 kr. pr. ton ved en hvedepris på 1 kr. pr. kg, og 341 kr. pr. ton ved en hvedepris på 2 kr. pr. kg på de sandede jorder. Ved en kornpris svarer til pris pr. ton torstof på ca. 1.400 kr. uanset jordtypen.

5.11.6. Barrierer

Manglende kapacitet til optagning af roer kan være en barriere i den indledende fase. Et andet og vanskeligere problem er sand og jord, der sidder fast på roerne. Der arbejdes i Tyskland med systemer til vask af roerne. Endelig er der nogen usikkerhed om, hvordan roerne mest hensigtsmæssigt opbevares før indfødning i biogasanlægget. Der synes således at være behov for en teknologiuudvikling. Løsningerne kan formentlig hentes i Tyskland, når de er udviklet.

5.11.7. Gaspotentiale

Roer er en ret letomsættelig biomasse med tabelværdier for gasproduktionen på 400-450 liter CH₄ pr. kg VS.

5.11.8. Konklusion

Anvendelsen af roer til biogasproduktion vil bl.a. afhænge af kornprisen, og af om udfordringerne vedrørende rengøring og lagring af roer løses hensigtsmæssigt og økonomisk. Der er for tiden ret stor interesse for roer blandt de eksisterende anlæg. Ved lave kornpriser vurderes det, at anvendelsen af roer til biogasproduktion kan få et ret vist omfang, med et maksimum areal anvendt til formålet som skitseret ovenfor.

5.11.9. Kilder

Egne beregninger på baggrund af Budgetkalkuler fra Videncentret for Landbrug.

5.12. Biomassepotentiale fra roetop

5.12.1. Potentiale

Der dyrkes ifølge Danmarks Statistik knap 40.000 ha. med fabriksroer på årsbasis i Danmark. Desuden dyrkes knap 4.000 ha med foderroer. Med den nuværende praksis nyttiggøres toppen fra roeproduktionen stort set ikke, den slås bare af og efterlades på jordoverfladen.

I en relativ ny undersøgelse (Inbiom, 2011) blev der gennemført sortsforsøg med både foderroesorter og sukkerroesorter samt nye sorter af energiroer. Der blev fundet tørstofudbytter i roetoppen på knap 5 ton tørstof pr. ha i de fleste tilfælde, uanset hvilken sort der var tale om. Nielsen (2012) nævner dog lidt lavere indhold, nemlig 3-4 tons tørstof pr. ha. Tørstofprocenten i toppen er 10-15 % med en sukkerandel på ca. 18 % fra den undersøgte fabriksroe. Der kan således hentes 130-220.000 ton tørstof i form af roetop på årsbasis i Danmark.

5.12.2. Fremtidig udvikling

Efter et fald i begyndelsen af det nye årtusind har arealet med fabriksroer stabiliseret sig de sidste 5-7 år på det nuværende niveau. Hertil kommer, at der sandsynligvis i fremtiden vil blive indpasset roer i foderforsyningen i kvægbruget, ikke mindst på grund af det ret høje udbytte pr. ha. Især i det nordjyske er interessen stor, formentlig fordi majs trives ringere i nord. Nielsen (2012) vil dog helst ikke give et konkret bud på en udvikling, men vurderer at der er sat en udvikling i gang, hvor nogle landmænd vil skifte fra majs til roer, og at udviklingen vil gå hurtigere, når det drejer sig om roer til biogasproduktion. Men heller ikke her ønsker han at afgive et konkret skøn for en fremtidig udvikling. Der kan da også konstateres en ret betydelig interesse blandt biogasanlæggene for at anvende roer til biogasproduktion, men endnu er der ikke rigtig fokus på roetoppen til biogasproduktion. Det skønnes forsigtigt, at arealet med sukkerroer til foderproduktion frem mod 2020 stiger med 5.000 ha. Og med de yderligere 25.000 ha med energiroer, der blev estimeret i afsnit 5.11. vurderes det samlede areal med roer i 2020 at kunne blive 74.000 ha.

5.12.3. Teknologi

Der findes allerede i dag roeoptagere, hvortil der kan skaffes ekstraudstyr, så toppen kan opsamles samtidig med, at roerne tages op. Der findes også bugserede høstere. Udfordringen er at undgå at køre i rækkerne, før optageren kommer, og derfor synes det påmonterede udstyr at være mest perspektivrigt i forhold til den bugserede løsning. Der skal så være et passende antal ledsagevogne til rådighed til at blæse roetoppen over i med henblik på hjemtransport af toppen til ensilering.

Det relativt lave tørstofindhold medfører et relativt stort saftfløb fra toppen under den første tid af ensileringen i stakken. Der er ikke aktuelle erfaringer med dette, men det må være muligt at opsuge dette saftfløb i snittet halm, i en form for samensilering. Derved fastholdes biogaspotentialen i saften. Tyske erfaringer peger endvidere på, at ensileringsprocessen forbedrer omsætteligheden i halmen, hvorved gasudbyttet herfra forøges. Det formodes, at der skal være tale om snittet halm. På den måde kan man udnytte hele to upågtede restbiomasse typer til biogasproduktion.

Tabel 31. Biomassens tørstofpotentiale

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	44.000	74.000 *)
Potentiale, tons friskmasse	1.400.000	2.500.000
TS %	10-15	10-15
Potentiale, tons TS	130.000-220.000	220.000-370.000

*) Forfatterens eget grove skøn. Stigning skyldes stigning i dyrkning af roer til foder.

5.12.4. Regional fordeling

Den nuværende produktion af fabriksroer finder altovervejende sted på Lolland og Falster. Foderroeproduktionen til kvægfoder finder både nu og i fremtiden sted der, hvor malkekvæget overvejende findes, nemlig i Vest-, Syd- og Sønderjylland samt i Himmerland. Roer til biogasproduktion følger udbredelsen af biogasanlæggene, der igen ligger der, hvor husdyrproduktionen foregår. Udbredelsen vil derfor også kunne foregå i både Midt-, Øst- og Nordjylland og i mindre omfang øerne.

5.12.5. Økonomi

Hjemkørsel af roetop kan sammenlignes med hjemkørsel af majs, blot dyrere fordi mængderne er mindre og tidsforbruget pr. enhed derfor større. Det vurderes, at der kan optages roer fra 1 ha pr. time, afhængigt af det anvendte materiel. Der skal derfor hjemkøres 25-30 ton friskmasse pr. time, hvilket vil kunne klares af to ledsagevogne, hvis der ikke er for langt til ensilagepladsen, eller der anvendes en lastvogn til transporten. Ledsagevogne kan fås for 600 kr. pr. time, det vil sige ca. 4 ton tørstof pr. ha skal honorere 1.200 kr., hvilket svarer til 300 kr. pr. ton tørstof, noget mere, måske op til det dobbelte, hvis der skal lastvognstransport til. Hertil kommer den avance, som landmanden vil kræve.

5.12.6. Barrierer

Der er ingen tvivl om, at det er roerne, der er den primære afgrøde i dyrkningen, så indsamlingen af top må underordnes hensynet til optagning af roerne. Derfor kan det næppe forventes, at man som i gamle dage først vil aftoppe roerne og derefter tage dem op. I dag må det ske i en arbejdsgang. Og her er der noget logistik, der skal gå op i en højere enhed med forskellige vogne til roer og top. Teknologi til samtidig (og adskilt) opsamling af roer og top findes, men anvendes så vidt vides endnu ikke.

Der mangler erfaringer med samensilering af roetop og halm og anvendelse af dette i biogasanlæg.

5.12.7. Gaspotentiale

Tabelværdien for gaspotentialet i roetopensilage er ca. 300 liter CH₄ pr. kg VS.

5.12.8. Konklusion

Roetop udgør en ret betydelig ressource for biogasproduktion. Med de relativt beskedne bjergningsomkostninger, som er skitseret, synes der at være basis for en udvikling, der kan realisere potentialet.

5.12.9. Kilder

Inbiom, 2011. Roer tilbage i dansk landbrug – potentiale i ny kombination af roer og bioenergi, Fobio. Håndbog til Driftsplanlægning, 2010. Videncenter for Landbrug.
Nielsen, K.A., 2012. Videncenter for Landbrug, personlig meddelelse.

5.13. Biomassepotentiale fra græs og kløvergræs

5.13.1. Potentiale

Især når det drejer sig om det økologiske landbrug er der store forventninger til kløvergræs anvendt til biogasproduktion. Det hænger sammen med regeringens ambitioner om at fordoble det økologiske areal, samtidig med at Økologisk Landsforening og Landbrug og Fødevarer har indledt en proces frem mod uafhængighed af konventionel husdyrgødning og halm i 2021 (Økologisk Landsforening, 2011). Hvis arealet skal fordobles, skal det sandsynligvis ske ved, at konventionelle planteavlsbedrifter omlægges til økologi. Det rummer en særlig udfordring mht. næringsstofforsyning i forhold til de økologiske bedrifter,

hvor der ikke er malkekvæg. Økologiske planteavlsbedrifter vil nødvendigvis skulle have en vis del af arealet udlagt med kvælstoffikserende afgrøder, f.eks. kløvergræs. Denne kan så nedpløjes og dermed fungere som grøngødning. Men hvis kløvergræsset høstes og anvendes til biogasproduktion, vil man efterfølgende råde over et flydende gødningsprodukt med en høj andel af mineraliseret kvælstof. Dermed er der mere kvælstof til rådighed for planteproduktionen. Især hvis der suppleres med yderligere restbiomasser, som det var tilfældet i BioM-projektet i Nørreådal.

Der anvendes for øjeblikket ikke nævneværdige mængder af græsensilage i danske biogasanlæg. I Øst- og i mindre grad Tyskland er der erfaringer med græsensilage til biogasproduktion.

Der kan også argumenteres for, at leverance af græs eller kløvergræsensilage kan komme på tale fra konventionelle bedrifter, enten af sædskifte hensyn eller gode græsår, hvor der eksempelvis ikke er brug for det sidste slet.

5.13.2. Fremtidig udvikling

Der var i Danmark i 2011 godt 150.000 ha økologiareal (Danmarks Statistik, 2012). En fordobling frem mod 2020 vil derfor betyde, at 150.000 ha skal omlægges. Hvis det antages, at størstedelen af dette areal findes ved omlægning af konventionelle planteavlsbedrifter med en andel på 25 % udlagt i kløvergræs, som det er anvendt i Fog (2011), beløber dette sig til 37.500 ha. Udbytteerne vil afhænge af, om der er husdyrgødning til rådighed, hvilket der med ovenstående forudsætning ikke vil være i nævneværdigt omfang. I Jørgensen (2012) er der forudsat et udbytte friskmasse på 45 ton pr. ha økologisk og ugødet kløvergræs. Ved 15 % tørstof produceres således 6,8 tons tørstof pr. ha. Hvis der gødskes, kan der på konventionelle brug opnås ca. 10 tons tørstof. Fra det ekstra økologiske areal vil der således kunne produceres godt 1 mio. tons tørstof.

5.13.3. Teknologi til fremskaffelse

Der anvendes konventionel græsmarksteknik, det vil sige skårlægning, vejring, sammenrivning, snitning og ensilering i stak eller wrapballer.

Tabel 32. Biomassens tørstofpotentiale.

	Nu	2020
Potentiale, antal ha	<1.000	37.500
Potentiale, tons friskmasse	<45.000	1.700.000
TS %	15	15
Potentiale, tons TS	<6.750	255.000

5.13.4. Regional fordeling

Det vurderes, at planteavlsbedrifter, der omlægges til økologi, primært vil være at finde i Østjylland og på øerne.

5.13.5. Økonomi

Ifølge Jørgensen (2012) kan dyrkningsomkostningerne til økologisk kløvergræs beregnes til 7.400 kr. pr. ha. Det svarer til en råvarepris på 1.088 kr. pr. ton tørstof eller godt 1.200 kr. pr. ton VS.

5.13.6. Barrierer

Realisering af potentialet er afhængig af, om omlægning til økologisk planteavl finder sted. Samtidig anses mulighederne for at avende kløvergræs til biogasproduktion for at være en forudsætning for, at omlægningen kan finde sted.

5.13.7. Gasudbytte

Tabelværdien for gasudbyttet i kløvergræsensilage er ca. 300 l CH₄ pr. kg VS.

5.13.8. Konklusion

Såfremt der kommer gang i omlægning til økologisk planteavl, kan kløvergræsensilage komme til at udgøre en ganske stor ressource som substrat til biogasproduktion. Med en råvarepris på 1.200 kr. pr. ton VS ligger den absolut i den øvre ende af, hvad biogasanlæggene kan forventes at kunne betale. Det er på den anden side set muligt, at den øgede næringsstovværdi for den økologiske planteavl kan være med til at reducere råvareprisen.

5.13.9. Kilder

Økologisk Landsforening og Landbrug og Fødevarer, 2011. Strategi for udfasning af konventionel husdyrgødning og halm i økologisk jordbrug.

Danmarks Statistik, Statistikbanken

Fog, E., 2011. Klimaeffekt af kløvergræs til biogas ved fordobling af det økologiske areal, Videncentret for Landbrug.

Jørgensen, K., 2012. Økologisk kløvergræs til energi, Videncentret for Landbrug, under udarbejdelse.

6. Afsætning af afgasset biomasse fra biogasfællesanlæg

6.1. Muligheden for afsætning af afgasset biomasse

Hovedindtægten for biogasfællesanlæg kommer selvsagt ved salg af energi. Imidlertid håndterer biogasanlæggene betydelige værdier i form af næringsstoffer i biomassen. Hovedparten af næringsstofferne "tilhører" leverandørerne, idet de typisk modtager den samme mængde gødning eller næringsstoffer retur i afgasset biomasse, som de har leveret i ubehandlet husdyrgødning. Men en vis del af næringsstofferne i den afgassede biomasse stammer fra de affaldsprodukter og energiafgrøder, som biogasanlæggene modtager. Biogasanlægget afsætter næringsstoffer til planteavlere, når de husdyrproducenter, som leverede husdyrgødningen, har fået det retur, de ønsker.

Biogasanlægget råder derfor over en vis mængde næringsstoffer i den afgassede biomasse, som skal afsættes til ikke-leverandører. Næringsstofferne udgør:

- En værdi på sælgers marked, hvis der er mange planteavlere i området, som ønsker at modtage biomassen. Al gylle kan derfor afsættes "til en god pris" i nærområdet.
- En økonomisk byrde på købers marked, hvis der kun er meget få eller ingen planteavlere, der ønsker at modtage biomassen. Biomassen kan derfor kun afsættes uden for området med omkostninger til følge.

I tabel 31 ses en beregning af næringsstofværdien i typiske eksempler på henholdsvis afgasset gylle og de fraktioner, som opstår ved separering af den afgassede gylle med en dekantercentrifuge. Det fremgår, at næringsstofværdien (beregnet ud fra typiske handelsgødningspriser i efteråret 2012) ligger på ca. 50 kr. pr. ton for flydende produkter (afgasset gylle og væskefraktion) og ca. 160 kr. pr. ton fiberfraktion.

Tabel 33. Typisk næringsstofværdi af afgasset biomasse, væskefraktion og fiberfraktion. Beregnet ud fra en alternativ pris på næringsstoffer i handelsgødning på 8 kr. pr. kg N, 14 kr. pr. kg P og 6 kr. pr. kg K.

	Total-N, kg pr. ton	P, kg pr. ton	K, kg pr. ton	Værdi, kr. pr. ton
Afgasset gylle	5,0	1,0	2,0	56
Væskefraktion	4,5	0,3	2,0	47
Fiberfraktion	8,0	8,0	2,0	156

I praksis kan man imidlertid aldrig opnå en salgspris, som svarer til næringsstofværdien, idet flere forhold reducerer markedsværdien. I forhold til handelsgødning er følgende forhold med til at reducere markedsværdien:

- Højere lagrings- og udbringningsomkostninger
- Større markskader ved udbringning
- Mindre sikker virkning
- Administrativt tungere
- Godkendelsesmæssige udfordringer (screening/godkendelse af udbringningsarealer)
- Øget krav om efterafgrøder
- Lugtgener
- Stort udbud = købers marked.

Biogasanlæg – og især biogasfællesanlæg – placeres, hvor husdyrtætheden er størst for at sikre en stor tilgængelighed af husdyrgødning så tæt på anlægget som muligt. Som udgangspunkt er udbuddet af husdyrgødning i området omkring biogasanlægget i forvejen stort. Tilmed øges udbuddet yderligere, idet biogasanlægget modtager fiberfraktioner, affald og i visse tilfælde også energiafgrøder, som "konverteres" til afgasset biomasse i biogasanlægget.

Som udgangspunkt står biogasanlægget derfor svagt i markedet for afsætning af afgasset biomasse i området. Praksis er således også, at den afgassede biomasse ikke har en reel handelsværdi, men afsættes gratis til planteavlere. Der har været eksempler på, at biogasanlæg har skullet transportere den afgassede biomasse ud af deres normale leverandørområde for at kunne finde interesserede aftagere. Den afgassede biomasse har derfor været en økonomisk byrde for disse anlæg.

Flere biogasfællesanlæg har investeret i separeringsanlæg for at reducere omkostningerne til afsætning af næringsstoffer ud af området. Efter separeringen afsættes den koncentrerede fiberfraktionen, mens den "tynde" væskefraktion leveres retur til leverandørerne i nærområdet.

Fremadrettet forventes det, at det bliver lettere at afsætte den afgassede gylle fra biogasanlæggene. En rundspørge til en række biogasfællesanlæg peger på følgende argumenter for en lettere afsætning:

- Gennem de senere år har man allerede mærket, at det er blevet lettere at afsætte afgasset gylle. Man forventer, at tendensen fortsætter.
- Man forventer stigende handelsgødningspriser, og man fornemmer en klar sammenhæng mellem handelsgødningsprisen og afsætningsmulighederne. I 2008, hvor der var meget høje handelsgødningspriser, kunne de fleste biogasanlæg afsætte mere afgasset gylle, end de havde til rådighed.
- Ét biogasanlæg, som separerer den afgassede gylle og afsætter fiberfraktion, separerer i dag en mindre andel af gyllen end hidtil, fordi leverandørerne nu godt kan bruge den afgassede gylle selv, og næringsstofoverskuddet derfor er mindre.
- En faldende produktion af husdyrgødning (se afsnit 4) vil "lette presset" på harmoniarealer yderligere.

Omvendt, så har biogasanlæggene ingen forventning om, at den afgassede gylle kan udgøre en indtægtskilde i fremtiden. Samstemmende svarer driftslederne på biogasanlæggene (på nær en enkelt) 'nej' til spørgsmålet om, hvorvidt de afsatte næringsstoffer forventes at blive en indtægtskilde på længere sigt.

6.2. Barrierer for yderligere afsætning

I kraft af biogasfællesanlæggenes muligheder for at optimere transport, lagring og logistik, fungerer de allerede i dag i vid udstrækning som fordelingscentral eller "gyllebank". Denne omfordeling sikrer, at næringsstofferne i bl.a. fosfor udnyttes optimalt. Biogasanlæggene finder denne opgave naturlig, men opgaven besværliggøres af administrative barrierer. Flere biogasanlæg har gennem tiden forsøgt at udvide markedet for de afgassede produkterne (f.eks. salg til private eller andre ikke-erhvervsmæssige jordbrugere), men også her støder man på administrative barrierer.

6.2.1. Afsætning til erhvervsmæssige jordbrugere

Biogasanlæggene vil gerne kunne tilbyde afgassede produkter til planteavlere i "fri konkurrence" med handelsgødning. Men hvor handelsgødning normalt kan anvendes på planteavlsbrug uden andre reguleringer, end at bedriftens kvælstofkvote skal overholdes i henhold til Lov om anvendelse af gødning og om plantedække, så er anvendelse af afgasset gylle (og andre organiske gødninger) omfattet af en betydelig regulering. Biogasanlæggene peger særligt på én regulering som en barriere, nemlig at udbringningsarealer skal screenes af kommunen forud for udbringningen, såfremt arealerne ikke tidligere har været anvendt til udbringning af husdyrgødning eller har været screenet til at modtage husdyrgødning. Mange planteavlere finder denne procedure for bekostelig og for langtrukket og vælger derfor den afgassede gylle fra til fordel for traditionel handelsgødning.

Det bør overvejes, om screeningsreglerne kan forenkles i tillid til, at en tilstrækkelig miljømæssig sikring af anvendelsen sker i forbindelse med kontrol af gødningsregnskaberne. Alternativt kunne reglerne gøres smidigere, således at proceduren gøres hurtigere og mindre bureaukratisk – f.eks. i form af en anmeldeordning. I øvrigt udtrykker flere driftsledere undren over, at reglerne tilsyneladende tolkes meget forskelligt fra kommune til kommune.

Ved modtagelse af afgasset gylle i stedet for handelsgødning omfattes planteavlere af harmonireglerne, hvilket gør udarbejdelsen af gødningsregnskabet mere omfattende, og dermed øges administrationen. Den væsentligste udfordring er imidlertid, at arealet med efterafgrøder på bedriften er knyttet op på harmonireglerne, således at kravet til efterafgrøder er 10 % af arealet, hvis der udbringes mindre end 0,8 dyreenheder pr. ha og 14 %, hvis der udbringes mere end 0,8 dyreenheder pr. ha. Dette krav nævnes som værende en barriere for afsætning af afgasset gylle til planteavlere. Det bør overvejes, om kravet om ekstra efterafgrøder kan undlades ved brug af afgasset gylle. Overvejselsen skal ses i lyset af, at risikoen for udvaskning af nitrat kun øges marginalt ved at anvende afgasset gylle i stedet for handelsgødning.

Normalt blander biogasanlæggene husdyrgødning med organiske affaldsprodukter. Den afgassede gylle bliver derved omfattet af flere regelsæt, som regulerer udbringning og anvendelse, herunder lov om jordbrugets anvendelse af gødning og om plantedække, husdyrgødningsbekendtgørelsen og slambekendtgørelsen. Ved iblanding af mindre end 25 % affald (målt på tørstofbasis) undtages blandingen for visse af slambekendtgørelsens regler om udbringning, medens visse andre opretholdes. F.eks. bibeholdes kravet om, at affaldsproducenten skal anmelde udbringningsarealerne til kommunen forud for udbringning – en regel, som i praksis i øvrigt sjældent efterleves. Det bør overvejes, om sådanne blandinger kan undtages flere regler i slambekendtgørelsen, end det sker i dag. Det kunne f.eks. foreslås, at slambekendtgørelsen regulerer inputsiden (modtagelsen af affald), medens husdyrgødningsbekendtgørelsen alene regulerer outputsiden (udbringning og anvendelse).

Et biogasanlæg havde på et tidspunkt planer om at producere et gødningsprodukt bestående af tørret og pelleteret fiberfraktion iblandet halmáske. Planen var, at varen skulle være handelsgødningslignende og dermed kunne handles og anvendes, som var det handelsgødning. Produktet ville imidlertid fortsat være omfattet af regler i både husdyrgødningsbekendtgørelsen, slambekendtgørelsen og i askebekendtgørelsen. Det største problem var, at gødningen fortsat ville være opfattet som (bl.a.) husdyrgødning og derfor være omfattet af harmoniregler, regler for screening af udbringningsarealer og ekstra efterafgrøder. Dette – plus den omfattende administration – gjorde, at gødningen mistede sin handelsværdi, og at produktionsomkostningerne ville overstige salgsværdien. Projektet blev derfor opgivet.

Det bør overvejes, om udbringningsreglerne kan forenkles, således at anvendelse og udbringning af et gødningsprodukt altid kun skal ske efter ét og kun ét regelsæt. Det bør ligeledes overvejes, at gødningsprodukter reguleringsmæssigt kan "skifte status". F.eks. at et handelsgødningslignende produkt produceret på basis af husdyrgødning (eller affald eller aske) kan skifte status, så det alene bliver omfattet af reglerne for anvendelse af handelsgødning.

Mejeribranchen har formuleret "Politik for anvendelse af slam og restprodukter på marker" (Arla, 2012), som foreskriver, at slam og restprodukter ikke må anvendes som gødning på mælkeproducenters jord, hvis en række krav til kvalitet og sporing ikke kan opfyldes. F.eks. lever spildevandsslam og kildesorteret husholdningsaffald ikke op til sporingskravene og må ikke anvendes. Det gælder også for spildevandsslam og husholdningsaffald, som anvendes i biogasanlæg på trods af, at produkterne overholder kvalitetskravene i slambekendtgørelsen, og at der sker en hygiejniserings i biogasanlægget. Derfor er biogasanlæg reelt afskåret fra at bruge disse produkter, hvis der er mælkeproducenter, som skal aftage den afgassede gylle. Flere af biogasanlæggene nævner, at branchepolitikken er en hindring for en effek-

tiv genanvendelse af affaldsressourcerne og mener, at branchepolitikken er unødigt stram angående afgassede biomasser indeholdende affald.

6.2.2. Afsætning til private

Afsætning af husdyrgødningsholdige gødningsprodukter til private (f.eks. haveejere) sikrer en god udnyttelse af gødningsressourcerne, idet produkterne kan erstatte anden havegødning og jordforbedringsmidler i form af handelsgødning spagnum. Flere biogasanlæg har vist interesse for en sådan afsætning. Imidlertid er den administrative byrde forbundet derved omfattende. Forarbejdede gødningsprodukter skal anmeldes til NaturErhvervstyrelsen, og de skal deklareres som handelsgødning eller jordforbedringsmidler. Dertil kommer, at de skal hygiejniseres ved 70° C i mindst en time. Den producerede gødning vil blive omfattet af NaturErhvervstyrelsens gødningskontrol.

Biogasanlæggene finder proceduren for tung, og AgroTech er ikke bekendt med eksempler på gødningsprodukter baseret på afgasset gylle eller separeringsprodukter, som afsættes til private. Det bør overvejes at tilpasse reglerne. F.eks. kunne det overvejes, om kravet om anmeldelse til NaturErhvervstyrelsen bør opretholdes.

6.3. Kilder

Arla, 2012. [Kvalitetsprogrammet Arlagården, Version 3.3](#)

Husdyrgødningsbekendtgørelsen. BEK nr. 764 af 28/06/2012. [Bekendtgørelse om erhvervmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v.](#)

Lov om jordbrugets anvendelse af gødning og om plantedække. LBK nr. 415 af 03/05/2011. [Bekendtgørelse af lov om jordbrugets anvendelse af gødning og om plantedække](#)

Slambekendtgørelsen. BEK nr. 1650 af 13/12/2006. [Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål](#)

BILAG 1. PRODUKTION AF HUSDYRGØDNING OPDELT PÅ DYREARTET, BESÆTNINGSSTØRRELSER OG KOMMUNER

Tabel 34. Den samlede husdyrgødningsmængde opsamlet af stald opdelt på husdyrtype. 1.000 tons pr. år.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle
Malkekøer	12.388	527	207	166
Småkalve	0	169	0	0
Opdræt	1.366	610	72	35
Tyrekalve	0	287	0	0
Ungtyre	246	538	14	7
Avlstyre	0	9	0	0
Ammekøer	50	375	26	20
Søer	5.209	147	1	3
Smågrise	2.703	14	3	8
Slagtesvin	9.745	100	31	68
Høns	21	40	68	0
Hønniker	0	8	2	0
Slagtekyllinger	0	229	0	0
Kalkuner	0	4	0	0
Ænder	0	13	0	0
Gæs	0	0	0	0
Strudse	0	0	0	0
Mink	1.267	0	0	0
Ræve	1	0	0	0
Heste	0	176	0	0
Får	0	47	0	0
Geder	0	8	0	0
Hjorte	0	1	0	0
I alt	32.996	3.303	424	308

Tabel 35. Den samlede husdyrgødningsmængde opsamlet af stald opdelt på bedriftsstørrelser (antal dyreenheder). 1.000 tons pr. år.

Antal dyreenheder	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle
0-50	1.131	839	115	95
50-100	2.903	438	136	107
100-150	3.881	350	82	63
150-200	4.655	376	37	25
200-250	5.624	365	25	12
250-300	4.369	258	9	2
300-350	2.475	177	5	1
350-400	1.929	134	3	1
400-450	1.367	96	2	0
450-500	1.123	64	6	2
500-550	776	41	0	0
550-600	591	47	0	0
600-650	441	23	0	0
650-700	352	16	3	0
700-750	372	28	0	0
750-800	175	21	0	0
800-850	108	3	0	0
850-900	114	6	0	0
900-950	39	2	2	0
950-1000	85	10	0	0
>1000	488	9	0	0
I alt	32.996	3.303	424	308

Tabel 36. Den samlede husdyrgødningsmængde opsamlet af stald opdelt på kommuner. Ordnet i forhold til tørstofproduktionens størrelse. 1.000 tons pr. år.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle
Ringkøbing-Skjern	1.694	100	10	7
Varde	1.557	117	10	5
Tønder	1.466	161	9	6
Viborg	1.268	156	24	20
Herning	1.212	90	11	9
Hjørring	1.106	90	14	9
Aabenraa	1.094	114	6	3
Vesthimmerlands	1.015	96	6	5
Vejen	972	95	9	7
Esbjerg	953	82	10	4
Thisted	906	122	13	9
Haderslev	835	77	8	4
Aalborg	815	83	9	7
Skive	826	47	7	7
Vejle	788	82	9	6
Holstebro	775	77	5	4
Brønderslev	761	84	8	7
Rebild	709	72	6	5
Mariagerfjord	641	80	8	6
Lemvig	660	36	7	5
Sønderborg	616	41	12	6
Jammerbugt	556	59	14	11
Morsø	558	30	9	8
Silkeborg	486	58	16	12
Norddjurs	495	46	8	7
Ikast-Brande	471	49	14	8
Bornholm	494	30	8	6
Assens	471	56	4	2
Hedensted	461	43	10	8
Faaborg-Midtfyn	433	62	8	6
Kolding	445	44	5	3
Frederikshavn	446	34	5	4
Randers	430	45	7	6
Favrskov	431	31	5	3
Guldborgsund	419	37	6	4
Horsens	403	33	11	7
Nordfyns	373	30	4	4
Syddjurs	313	35	7	6
Billund	316	32	5	4
Middelfart	247	60	4	2
Holbæk	268	36	4	4
Kalundborg	276	25	4	3
Skanderborg	261	35	5	4

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle
Struer	261	33	3	3
Svendborg	228	42	6	5
Århus	249	19	2	2
Lolland	236	17	2	1
Nyborg	226	22	2	1
Odder	220	8	1	2
Vordingborg	188	32	2	1
Næstved	172	33	9	6
Faxe	191	11	2	2
Langeland	155	23	2	2
Slagelse	146	16	1	1
Odense	112	15	2	1
Kerteminde	118	8	1	1
Ringsted	102	14	2	2
Sorø	88	17	3	2
Stevns	81	18	2	1
Odsherred	75	22	2	3
Lejre	76	9	2	2
Ærø	59	13	2	2
Fredericia	65	5	2	0
Gribskov	40	15	3	2
Frederikssund	33	16	2	2
Samsø	42	9	0	0
Køge	37	7	1	0
Roskilde	30	5	0	0
Hillerød	10	8	0	0
Halsnæs	11	5	0	0
Øvrige 28 kommuner	23	48	3	2
I alt	32.996	3.303	424	308

BILAG 2. PRODUKTION AF TØRSTOF OPDELT PÅ DYREARTET, BESÆTNINGSSTØRRELSER OG KOMMUNER

Tablet 37. Den samlede tørstofmængde opsamlet af stald opdelt på husdyrtype. 1.000 tons tørstof pr. år.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle	I alt
Malkekøer	978	132	41	3	1.155
Småkalve	0	42	0	0	42
Opdræt	108	152	14	1	275
Tyrekalve	0	72	0	0	72
Ungtyre	19	134	3	0	157
Avlstyre	0	2	0	0	2
Ammekøer	4	94	5	0	103
Søer	219	44	0	0	264
Smågrise	156	4	1	0	162
Slagtesvin	564	30	7	1	603
Høns	2	24	20	0	46
Hønniker	0	5	1	0	5
Slagtekyllinger	0	126	0	0	126
Kalkuner	0	2	0	0	2
Ænder	0	7	0	0	7
Gæs	0	0	0	0	0
Strudse	0	0	0	0	0
Mink	55	0	0	0	55
Ræve	0	0	0	0	0
Heste	0	46	0	0	46
Får	0	17	0	0	17
Geder	0	3	0	0	3
Hjorte	0	0	0	0	0
Hovedtotal	2.106	937	93	6	3.142

Table 38. Den samlede tørstofmængde opsamlet af stald opdelt på bedriftsstørrelser (antal dyreenheder). 1.000 tons tørstof pr. år.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle	I alt
0-50	63	222	24	2	310
50-100	166	122	29	2	318
100-150	226	101	18	1	346
150-200	276	111	8	0	396
200-250	353	109	6	0	468
250-300	283	74	3	0	360
300-350	173	52	1	0	226
350-400	134	38	1	0	173
400-450	95	27	1	0	123
450-500	77	21	1	0	99
500-550	55	12	0	0	67
550-600	44	16	0	0	59
600-650	33	6	0	0	39
650-700	27	5	1	0	33
700-750	29	9	0	0	38
750-800	13	5	0	0	18
800-850	8	1	0	0	9
850-900	9	2	0	0	10
900-950	3	0	1	0	4
950-1000	7	3	0	0	9
>1000	33	2	0	0	36
I alt	2.106	937	93	6	3.142

Tabel 39. Den samlede tørstofmængde opsamlet af stald opdelt på kommuner. Ordnet i forhold til produktionens størrelse. 1.000 tons pr. år.

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle	I alt
Tønder	105	45	2	0	153
Varde	110	31	2	0	144
Ringkøbing-Skjern	108	27	2	0	137
Viborg	86	42	5	0	133
Aabenraa	75	33	1	0	110
Herning	78	24	2	0	105
Vesthimmerlands	72	30	1	0	104
Hjørring	72	27	3	0	103
Vejen	68	28	2	0	98
Esbjerg	67	23	2	0	93
Thisted	56	32	3	0	91
Haderslev	54	26	2	0	81
Aalborg	52	26	2	0	80
Vejle	50	25	2	0	77
Holstebro	50	23	1	0	75
Brønderslev	44	25	2	0	71
Rebild	48	19	1	0	69
Mariagerfjord	43	23	2	0	68
Skive	52	13	1	0	67
Jammerbugt	36	17	3	0	56
Lemvig	42	10	1	0	54
Sønderborg	34	14	3	0	51
Silkeborg	32	15	3	0	50
Ikast-Brande	30	15	3	0	48
Faaborg-Midtfyn	26	17	2	0	45
Norddjurs	31	12	2	0	45
Assens	27	15	1	0	43
Hedensted	26	14	2	0	43
Morsø	33	8	2	0	43
Kolding	27	13	1	0	41
Bornholm	30	9	2	0	41
Randers	26	13	1	0	40
Guldborgsund	24	10	2	0	36
Horsens	24	9	2	0	36
Frederikshavn	25	10	1	0	36
Favrskov	25	10	1	0	35
Middelfart	16	16	1	0	33
Billund	22	9	1	0	32
Nordfyns	22	8	1	0	31
Syddjurs	19	10	1	0	30
Struer	16	12	1	0	28
Svendborg	14	12	1	0	27
Skanderborg	16	9	1	0	26
Holbæk	15	9	1	0	25

	Gylle	Dybstrøelse	Staldgødning	Ajle	I alt
Kalundborg	16	6	1	0	24
Næstved	10	9	2	0	21
Vordingborg	12	8	0	0	21
Nyborg	14	7	0	0	21
Århus	14	5	0	0	19
Lolland	13	5	0	0	18
Langeland	9	6	0	0	15
Faxe	11	3	0	0	15
Odder	12	2	0	0	14
Slagelse	9	4	0	0	13
Odense	7	4	0	0	11
Odsherred	5	6	0	0	11
Sorø	5	5	1	0	10
Stevns	5	5	0	0	10
Ringsted	6	4	0	0	10
Kerteminde	7	2	0	0	9
Ærø	4	3	0	0	8
Gribskov	3	4	1	0	7
Lejre	4	2	0	0	7
Frederikssund	2	4	0	0	7
Fredericia	4	1	1	0	6
Samsø	3	2	0	0	5
Køge	2	2	0	0	4
Hillerød	1	2	0	0	3
Roskilde	1	1	0	0	3
Halsnæs	1	1	0	0	2
Læsø	1	1	0	0	2
Øvrige 28 kommuner	2	9	1	0	12
I alt	2.106	937	93	6	3.142