



Varmere klima giver mere bioenergi	3
Affald kan give os gratis brændstof	4
Fra affald til benzin, el og varme	8
Europas største forgasningsanlæg er i drift	10
Forskningsstrategi for biogas	12
Biogas på vej ud i naturgasnettet	14
Markant større gasproduktion med hydrolyse	16
Kan grise lide energifgrøder?	18
Afsluttede projekter	21
Lolland vil have testcenter for alger	24

## Mikrobølger kan lave halm om til olie

Nystartet dansk virksomhed vil videreudvikle et tysk patent, der gør det muligt at omdanne halm til olie ved hjælp af mikrobølger og en katalysator. Et pilotanlæg nord for Århus er allerede i drift, og næste fase bliver opførelse af et produktionsanlæg i tilknytning til et halmfyret fjernvarmeværk.

*Af Torben Skøtt*

Kom halm ind i en mikrobølgeovn, tilsæt en katalysator, og i løbet af en time er halmen omdannet til olie.

Så enkelt kan det gøres, mener folkene bag virksomheden Organic Fuel Technology. De har foreløbig investeret 3,5 millioner kroner i et pilotanlæg, og er nu parat til at udvide kredsen af aktionærer, så der kan etableres et produktionsanlæg med en kapacitet på omkring 1.200 liter olie i timen.

Pilotanlægget har til huse hos gårdejer Erik Poulsen i Ødum lidt nord for Århus. Han er formand for selskabet og er gået ind i projektet, fordi han ser det som en oplagt mulighed for at få en fornuftig

pris for landbrugets forskellige restprodukter som halm og husdyrgødning.

Pilotanlægget kan producere 40 – 50 liter olie i timen. Råstoffet er i første omgang halmpiller, men det er planen, at anlægget på sigt skal kunne håndtere træflis, husdyrgødning og forskellige typer affald.

– Det er den samme proces, der foregår, når organisk materiale omdannes til olie i undergrunden. Her tager det bare millioner af år, mens vi kan klare det på en time, fortæller Erik Rose Andersen, der er direktør for Organic Fuel Technology.

Når processen i den grad kan speedes op, skyldes det ikke mindst det katalysatorpulver, som blandes i halmpillerne. Hvad det præcist indeholder, er en forretningshemmelighed, men ifølge direktøren er der tale om et naturprodukt, som findes i rigelige mængder.

– I pilotanlægget har vi tilsat cirka en procent katalysatorpulver, men vi regner med, at vi med tiden kan gøre pulveret mere effektivt eller genbruge en del af det, forklarer Erik Rose Andersen.

Pulveret er nemlig ikke helt billigt. Det koster omkring 40 øre/liter olie, så det vejer tungt på udgiftssiden. ▶

- ▶ Til gengæld kan udgifterne til brændslet vise sig at ligge i den lave ende af skalaen – især hvis der bliver tale om husdyrgødning og affald, hvor prisen ligefrem kan blive negativ. Prisen på halm, som man i første omgang vil gøre brug af, er sat til 65 øre/kg. Det svarer til lidt over to kroner/liter olie.

### Tysk patent

Processen med at omdanne biomasse ved hjælp af mikrobølger er baseret på et tysk patent, som aldrig er blevet udviklet til industriel skala. Det tyske firma BIONIC, der råder over rettighederne, har testet processen i et mindre forsøgsanlæg, men anlægget i Ødum er det første pilotanlæg, der kan danne baggrund for et egentligt produktionsanlæg.

Processen går i korte træk ud på, at halm og katalysatorpulver føres ind i reaktoren i form af piller. I toppen af reaktoren er der monteret en række specielle elektronrør – såkaldte magnetroner – der sender mikrobølger ned gennem halmen.

Derved fordampes vandet, der udvikles forskellige gasarter, og sidst men ikke mindst, sker der en omdannelse af molekylerne i halmstråene, så

### Elektronisk nyhedsbrev

Få flere nyheder om forskning i bioenergi. Den trykte udgave af *Forskning i Bioenergi*, der udkommer fire gange om året, bliver nu suppleret af et elektronisk nyhedsbrev. Klik ind på [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk) og få et gratis abonnement på den trykte og/eller elektroniske udgave af bladet.

**Biopress**

☎ 8617 8507

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

der dannes olie. Halmen bliver således omsat til vand, gas, olie, og endelig er der noget askelignende pulver, hvor næringsstofferne er bevaret.

I pilotanlægget er der ikke monteret udstyr, som kan udnytte gassen fra anlægget, men det vil naturligvis ske i et kommercielt anlæg. Her vil der også blive installeret en pillepresse i tilknytning til reaktoren, så man kan udnytte det forhold, at pillerne har en temperatur på omkring 60 grader, når de forlader pressen.

Olien fra anlægget minder om råolie, og den skal således raffineres,

før den kan bruges – på samme måde som det er tilfældet med råolie.

Det udstyr, der skal anvendes til håndtering af halmen er identisk med det udstyr, et halmfyret varmeværk råder over. Derfor vil det være oplagt at placere et kommercielt anlæg i tilknytning til et eksisterende halmfyret fjernvarmeværk, så anlægsomkostningerne kan reduceres.

### Nye aktionærer

Selskabet bag pilotanlægget nord for Århus blev oprindeligt stiftet i 2007 under navnet Halmenergi Aarhus, men ændrede senere navn til Organic Fuel Technology A/S.

Selskabet har en aktiekapital på syv millioner kroner, hvoraf halvdelen er brugt på etablering og udvikling af pilotanlægget. Det er for nylig blevet besluttet at udvide aktiekapitalen med cirka 28 millioner kroner, så man kan være bedre rustet til de udfordringer, der ligger i at få udviklet et kommercielt anlæg.

Fødevareministeriet har bidraget med 1,4 millioner kroner til pilotanlægget, og bestyrelsen bag selskabet overvejer for tiden, om der skal søges om yderligere støtte til at færdiggøre anlægget. ■



Bestyrelsen for Organic Fuel Technology. Fra venstre er det Anders Hjortshøj, Jørgen Krabbe, Erik Rose Andersen og Erik Engholm Poulsen.

Den cylinderformede reaktor med de specielle elektronrør, magnetroner, der sender mikrobølger ned gennem halmen. Anlægget kan producere 40 – 50 liter olie i timen.

# Varmere klima giver mere bioenergi

Danske landmænd kan udnytte det milde klima til at fordoble udbyttet af biomasse. Det kan ske ved at vælge andre afgrøder, udnytte hele vækstsæsonen og føre stabilt kulstof tilbage til jorden.

Af Torben Skøtt

– Danmark er placeret i lidt af et smørhul, når vi taler om klimaet. Mens landene i det sydlige Europa vil blive ramt af faldende udbytter og områder, der bliver omdannet til ørken, kan vi se frem til et langt mere effektivt landbrug og dermed en større produktion af bioenergi. Det fortæller seniorforsker Uffe Jørgensen fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet på Århus Universitet. Han mener, at landmændene allerede i dag kan fordoble produktionen af biomasse ved at satse på afgrøder med et højt udbytte, udnytte hele vækstsæsonen og tilføre jorden koncentreret kulstof.

Ifølge Uffe Jørgensen giver en mark med hvede et gennemsnitligt udbytte på cirka 9 tons tørstof/hektar, hvis man medregner både kerner og halm. En afgrøde som majs har et udbytte på omkring 12 tons tørstof/hektar, så blot ved at skifte afgrøde kan man øge udbyttet med lidt over 30 procent.

Næste trin går ud på at udnytte hele vækstsæsonen ved at kombinere majs med for eksempel vinterrug, der giver cirka 5 tons tørstof/hektar. Derved når man op på et samlet udbytte på omkring 17 tons tørstof/hektar eller næsten dobbelt så meget, som en traditionel hvedemark kan præstere. I praksis vil udbyttet dog nok være lidt lavere, da tallene er baseret på forsøg ved Forskningscenter Foulum.

## Effektiv fotosyntese

En af de store fordele ved at dyrke majs er, at der er tale om en såkaldt C4-plante, hvor fotosyntesen er 30 procent mere effektiv end hos de mere almindelige C3-planter som korn. Af andre C4-planter kan nævnes elefantgræs og sukkerrør, der er grund-



foto: biopress

laget for en stor del af verdens produktion af bioethanol.

– Tidligere kunne det ikke lade sig gøre at dyrke C4-planter i Danmark, men nye sorter og det varmere klima har gjort, at vi nu kan dyrke både majs og elefantgræs i hele landet, forklarer Uffe Jørgensen. Han er overbevist om, at C4-planterne vil vinde langt større udbredelse i årene fremover, og peger på undersøgelser, der indikerer, at udbyttet af for eksempel elefantgræs i Danmark vil blive tredoblet fra 1990 til 2050. Elefantgræs er en flerårig afgrøde, så her er det ikke nødvendigt at supplere med vinterafgrøder, som tilfældet er med majs. Derudover er elefantgræs en meget miljøvenlig afgrøde, hvor kravene til jordbearbejdning er begrænsede, lige-

## Sådan fordobler man produktionen af bioenergi:

1. Brug C4-afgrøder som majs og elefantgræs, der har en 30 procent mere effektiv fotosyntese end C3-planter som korn og raps.
2. Udnyt hele vækstsæsonen ved for eksempel at kombinere majs med vinterrug.
3. Før kulstof tilbage til jorden i stabiliseret form. Det giver et plus i klimaregnskabet og en mere frugtbar jord.

*Fotosyntesen er 30 procent mere effektiv ved C4-planter som elefantgræs end hos de mere almindelige C3-planter som korn.*

som udvaskningen af næringsstoffer er mindre end for etårige afgrøder.

## Kulstoffet skal tilbage til jorden

Men øgede mængder biomasse gør det ikke alene. Hvis en øget produktion af biomasse betyder, at vi reducerer jordens kulstofpulje, giver det et minus i klimaregnskabet, ligesom det omvendt giver et plus, når vi øger jordens indhold af kulstof.

– Hvis landmanden vælger at fjerne hele afgrøden, vil jordens kulstofpulje blive reduceret over en årrække, og det er ikke kun et problem for klimaregnskabet. Det vil også betyde, at jorden får sværere ved holde på vand og næringsstoffer, og derfor er der allerede i dag landmænd, som vælger at nedmulde halmen i stedet for at sælge den til energiformål, forklarer Uffe Jørgensen. Han mener dog, at der findes en bedre løsning på problemet end at pløje halmen ned i jorden:

– Når halmen bliver på marken, er det kun en begrænset del af kulstoffet, der bliver tilbageholdt i jorden. Langt hovedparten bliver omsat til CO<sub>2</sub> og vil på den måde være med til at øge drivhuseffekten. Vælger vi i stedet at tilføre jorden stabilt kulstof, kan vi opnå det modsatte. Nu er det hovedparten, der bliver i jorden og kun en mindre del, der forsvinder op gennem atmosfæren, forklarer Uffe Jørgensen.

Ideen med at tilføre jorden kulstof er blandt andet blevet afprøvet hos Aarstiderne, der leverer økologisk frugt og grøntsager til 40.000 familier i Danmark. Her fik man for lidt over et halvt år siden installeret et forgasningsanlæg, der kan omdanne forskellige former for biomasse til gas og kul. Gassen bliver udnyttet til produktion af el og varme, mens kulstoffet spredes ud på markerne, så man får en mere frugtbar jord og et plus i klimaregnskabet. ■

# Affald kan give os gratis brændstof

Spildevandsslam kan omdannes til gas, og gas kan efterfølgende omdannes til biobrændstof. Det kræver hverken enzymer eller andre dyre hjælpesoffer, og da prisen for at modtage slam er på omkring 700 kroner/ton, kan det gå hen og blive en rigtig god forretning.

Af Torben Skott

De europæiske affaldsbjerge indeholder enorme mængder energi. Potentialitet er så stort, at det vil kunne dække 30 procent af energiforbruget, og hvis vi bærer os fornuftigt ad, vil vi samtidig kunne nyttiggøre en stor del af de stoffer, som er indeholdt i affaldet.

I forhold til udlandet er Danmark forholdsvist langt fremme med at nyttiggøre affald, men alligevel er det kun cirka halvdelen, vi får omsat til energi, ofte med en temmelig lav virkningsgrad.

Og det kan gøres langt bedre, mener direktør Thomas Koch fra TK Energi, der siden 1990 har udviklet avancerede forgasningsanlæg og udstyr til håndtering af biomasse og affald. Han peger på, at forgasningsanlæg i kombination med katalysatorer, der kan omdanne gas til flydende brændstof, er både billigere og mere miljøvenlig end 2. generations bioethanol, som der for tiden bruges betydelige ressourcer på at få udviklet.

– Det handler om at finde nogle billige råvarer og undgå dyre hjælpesoffer som enzymer, siger Thomas Koch.

– Prisen på enzymer til bioethanol svarer nogenlunde til, hvad råolie koster, og landmændene har jo ikke tænkt sig at forære halmen væk, så det bliver en dyr løsning, siger direktøren. Han vurderer, at produktions-

*Overslag over produktionsprisen i år 2020 for henholdsvis 2. generations bioethanol, fremstillet på basis af halm og metanol, fremstillet ud fra affald. Kilde: TK Energi.*



foto:tk energi

*Forsøg med forgasning af spildevandsslam på et mindre forsøgsanlæg hos TK Energi. Virksomheden er nu gået i gang med at etablere et produktionsanlæg.*

prisen for ethanol, produceret på basis af halm, i år 2020 vil ligge på omkring 654 euro/ton, svarende til 4,90 kroner/liter.

Vælger man i stedet at bruge affald i et forgasningsanlæg, kan man få penge for at aftage brændslet, der er ingen udgifter til enzymer, og der skal ikke betales affaldsafgift, når gassen anvendes til fremstilling af flydende brændstof som metanol.

– Prisen på metanol kan meget vel blive negativ, siger Thomas Koch, der tror så meget på ideen, at han for egne

midler er gået i gang med at videreudvikle et forgasningsanlæg, der skal kunne håndtere spildevandsslam. For nogle år siden fik han tilskud fra Energinet.dk til de indledende forsøg, men en ansøgning til EUDP sidste år om at fortsætte udviklingsarbejdet endte med et afslag.

## Affald eller kul

TK Energi er ikke den eneste virksomhed i Danmark, der arbejder med forgasning af affald. I Renaissanceprojektet, der ledes af DONG Energy,

2. generations bioethanolanlæg – 500.000 tons ethanol/år	
Biomasse 1.500.000 tons á 100 euro/ton	150.000.000 euro
Enzymer (0,25 euro/gallon)	42.000.000 euro
Drift og vedligeholdelse	60.000.000 euro
Renter og afskrivning	75.000.000 euro
Udgift i alt	327.000.000 euro
Pris per ton ethanol	654 euro

Forgasningsanlæg med konvertering til metanol – 500.000 tons metanol/år	
Affald 2.000.000 tons á - 100 euro/ton	- 200.000.000 euro
Drift og vedligeholdelse	75.000.000 euro
Renter og afskrivning	100.000.000 euro
Overskud	25.000.000 euro
Pris per ton metanol	- 50 euro

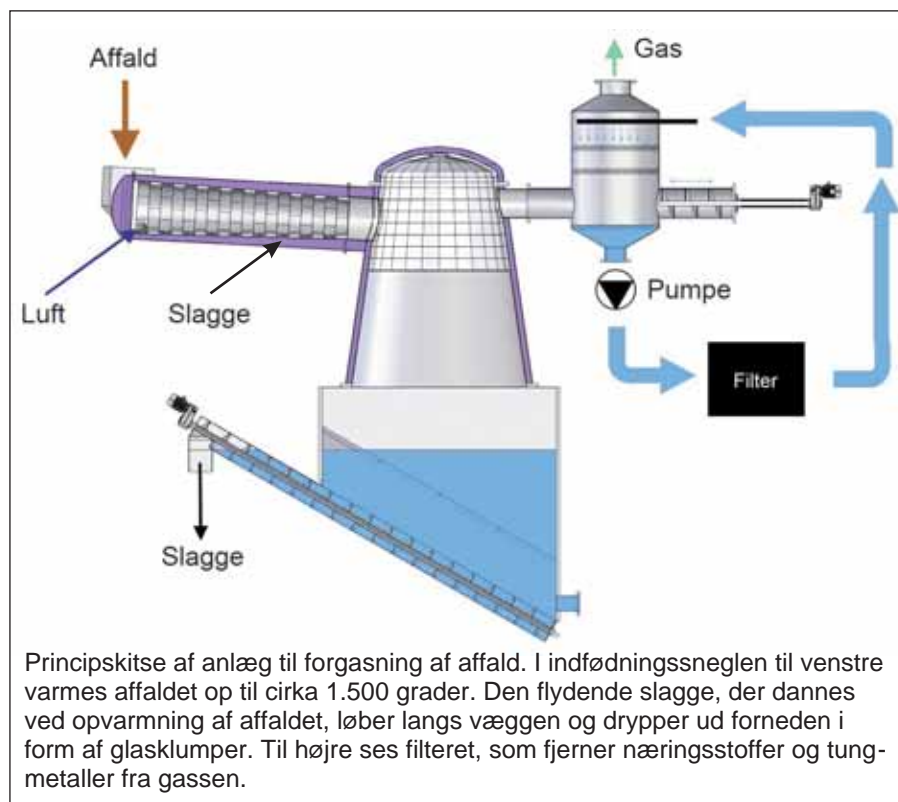
anvender man ligeledes forgasning, men her er der fokus på forbehandling af affaldet ved hjælp af enzymer, så man får en pumpbar fraktion af biomasse og en restfraktion bestående af plast, glas og metal. Biomassen skal på sigt tilføres en tryksat kulforgasser, og gassen fra anlægget skal enten bruges til kraftvarme eller til fremstilling af syntetisk benzin (se artiklen på side 6).

Teknikken til forgasning af affald minder på mange måder om den teknik, der anvendes til forgasning af kul. Den tekniske betegnelse er "en-  
trained flow gasification" og foregår normalt ved et højt tryk og en temperatur på omkring 1.400 grader. Processen foregår lynhurtigt, typisk inden for brøkdelen af et sekund, så udfordringen består blandt andet i at kunne indføde brændslet med tilstrækkeligt højt tryk og hastighed.

I RENescience-projektet anvendes en traditionel tryksat kulforgasser med et tryk på 40 – 50 bar, mens TK Energi har valgt at designe deres egen forgasser, der arbejder ved et atmosfærisk tryk. Den er lidt lettere at håndtere og kræver ikke helt så mange millioner, som Thomas Koch udtrykker det. Til gengæld har anlægget en mindre kapacitet end en tryksat forgasser, men det har mindre betydning i denne sammenhæng.

### Flydende slagge

Entrained flow forgassere kræver, at materialet er findelt, og de er normalt følsomme over for store partikler. Det er sjældent noget problem, når der er tale om kul, men ved biomasse kan



det være svært at undgå, at der kommer store partikler med ind i reaktoren.

TK Energi har valgt et design, hvor de grove partikler bliver "fanget" af flydende slagge og på den måde ført ud af reaktoren sammen med slaggen. Til forskel fra traditionelle kulforgassere er anlægget således meget tolerant over for partikler, og man undgår en kompliceret forbehandling af biomassen.

Inden brændslet føres ind i reaktoren, blandes det op med luft. Derefter blæses det ind i reaktoren, hvor det varmes op til cirka 1.500 grader.

Ved det temperaturniveau smelter asken og bliver til flydende slagge, der løber langs væggen og drypper ud forneden i form af glasklumper.

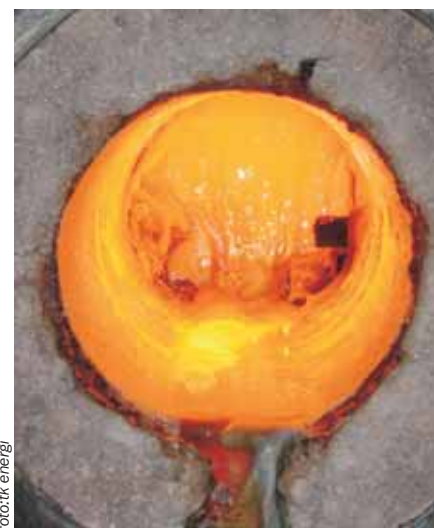
– Vi har udført forsøg med blandt andet hvedemel blandet med grus, og det viste sig, at gruset blev fanget i slaggen, mens melet blev omsat til gas, forklarer Thomas Koch.

Den glasagtige slagge, der bliver opsamlet i bunden af reaktoren, kan bruges til forskellige former for genbrug. Tungmetaller og næringsstoffer bliver ført ud af reaktoren sammen med gassen og kan opsamles i et filter. Man får således fraskilt slammets



Til venstre: Thomas Koch ved en indføder, som skal leveres til et amerikansk forgasningsanlæg.

Til højre: Et kig ind i reaktoren på forsøgsanlægget, der blev brugt til forgasning af spildevandsslam. Læg mærke til, hvordan slaggen sætter sig på væggen og løber ud i bunden af reaktoren.



indhold af tungmetaller i en særskilt fraktion, ligesom man får mulighed for at genbruge de næringsstoffer, der er i slammet.

### Indfødere til USA

TK Energi er gået i gang med at bygge et anlæg til spildevandsslam, men Thomas Koch er helt på det rene med, at det tager lang tid, inden man har et fuldt kommercielt anlæg.

– Vi ved, at princippet fungerer, men der er lang vej fra at have testet det i et forsøgsanlæg til at have et produktionsanlæg, der kan fungere i døgndrift, siger Thomas Koch.

Udviklingsarbejdet bliver finansieret dels via modtagergebyrer fra spildevandsslam, dels ved at producere blandt andet indfødningsystemer til forgasningsanlæg. Virksomheden har blandt andet leveret indfødere til samtlige termokemiske anlæg i USA, og man deltager for tiden i et stort fransk forskningsprojekt om forgasning af affald. ■



foto: biopress

*En del af udviklingsarbejdet hos TK Energi bliver finansieret via modtagergebyrer fra spildevandsslam. Prisen for at modtage slam ligger på 500 – 1.500 kroner/ton. Det bliver opbevaret i to tankanlæg, der hver rummer 17.500 m<sup>3</sup>.*

## Perspektivrig teknologi

I Energistyrelsens rapport om alternative drivmidler i transportsektoren fra 2008 bliver konvertering af affald til brændstof via forgasning fremhævet som en af de mere perspektivrige teknologier. Arbejdsgruppen bag rapporten anbefaler således:

*”At udviklingsindsatsen inden for den termo-kemiske omdannelse af biomasse og affald til biobrændstof via forgasning styrkes under de nationale forsknings- og udviklingsprogrammer for ny energiteknologi. Denne teknologi kan indebære nogle grundlæggende fordele i form af bedre energiudnyttelse og en øget fleksibilitet i forhold til biologisk omdannelse.”*

Rapporten peger endvidere på, at Danmark har en stærk position på verdensmarkedet inden for omdannelse af gas til flydende brændstof, ligesom vi har en række kompetencer inden for forgasningsteknologien. Endelig bliver det nævnt, at såvel udslippet af drivhusgasser som kvælstofilter er lavere for forgasningsteknologien end for en biologisk omdannelse af biomasse til brændstof.

Teknologi	CO <sub>2</sub> Kg/GJ	SO <sub>2</sub> Kg/GJ	NO <sub>x</sub> Kg/GJ	Partikler Kg/GJ
Diesel	333	0,01	0,62	0,02
Benzin	352	0,01	0,13	0,00
Biodiesel	150	0,01	1,02	0,02
1. generations ethanol	225	0,04	0,57	0,00
2. generations ethanol	139	0,02	0,37	0,00
Metanol via forgasning	80	0,02	0,18	0,00

*Emissioner fra forskellige typer brændstof til transport i 2025. Kilde: Alternative drivmidler i transportsektoren – Energistyrelsen, januar 2008.*

## Statoil køber halm-ethanol af DONG

**Statoil køber de første fem millioner liter bioethanol, som Inbicon kan producere på det nye anlæg i Kalundborg.**

Statoil har indgået en kontrakt med DONG Energy’s datterselskab, Inbicon, om levering af fem millioner liter bioethanol, produceret på basis af halm. Dermed bliver Statoil køber af det første parti ethanol, der bliver produceret på Inbicons demonstrationsanlæg ved Asnæsværket i Kalundborg.

– Som det første og indtil nu eneste olieselskab har Statoil gennem tre år tilbudt de danske bilister benzin med bioethanol. Vi viser nu atter vores engagement og skubber på udviklingen ved at indgå denne aftale om køb af det første andengenerations bioethanol i Danmark, siger Pia Bach Henriksen, der er administrerende direktør i Statoil.

Niels Henriksen, der er administrerende direktør i Inbicon, er glad for aftalen, men er samtidig frustreret over politikernes manglende opbakning til at få det nye brændstof udbredt i Danmark:

– Vi ærgrer os over, at der på grund af regulatoriske begrænsninger ikke er basis for produktion af andengenerations bioethanol i større skala i Danmark. Anvendelse af halm til el og varme er nemlig væsentligt favoriseret i forhold til, hvis halmen anvendes til produktion af bioethanol.

Inbicon har siden 2003 drevet et forsøgsanlæg i Skærbæk, hvor DONG Energy Innovation Centre også har til huse.

Anlægget i Kalundborg bruger halm som råvare og vil årligt producere 5,4 millioner liter bioethanol. Udover bioethanol skal der også produceres godt 11.000 tons dyrefoder og 8.250 ton brændselspiller om året.

Anlægget i Kalundborg skal stå klar til klimatopmødet i København i december.

TS

## Shell satser udelukkende på biobrændstoffer

**Shell vil ikke længere investere i vindmøller, solenergi og vandkraft. Det er der simpelthen ikke økonomi i, mener selskabet, der i stedet vil satse på produktion og udvikling af biobrændstoffer.**

– Vi vil kun investere i vedvarende energi, hvis økonomien er fornuftig. Vi er forretningsfolk, siger den øverste chef for Shells afdeling for gas og kraft Linda Cook til The Guardian, som begrundelse for, at Shell dropper vind, sol og vandkraft til fordel for biobrændstoffer.

Shell er i dag verdens største aftager af biobrændstoffer produceret på basis af landbrugsafgrøder, men fremover vil selskabet investere betydelige beløb i udviklingen af nye teknologier, hvor råvarerne består af affald og restprodukter fra landbruget.

– Biobrændstoffer passer bedre ind i vores forretningsstrategi – det minder mere om det, vi allerede beskæftiger os med, siger Linda Cook.

Shell har en målsætning om, at 20 procent af selskabets energiproduktion i år 2025 skal stamme fra vedvarende energi. På trods af det ambitiøse mål er det kun én procent af budgettet, der bliver brugt på området, men ifølge Linda Cook brugte



foto: shell

*Shell er i dag verdens største aftager af biobrændstoffer produceret på basis af landbrugsafgrøder. Billedet er fra Brasilien, hvor man er ved at høste en mark med sukkerrør, der bruges til produktion af ethanol.*

man også kun én procent på udvikling af teknologier, der kan omdanne naturgas til flydende brændstof, og det er i dag blevet en vigtig del af Shells forretningsområde.

Midt i marts indgik Shell en aftale med Codexis om udvikling af bedre enzymer, der skal gøre næste generations biobrændstoffer mere attraktive. Shell har desuden øget sin andel af egenkapitalen i Codexis og får endnu en plads i selskabets bestyrelse.

Codexis vil som en del af aftalen arbejde tæt sammen med Shell og Iogen Energy Corporation for at forbedre effektiviteten af de enzymer, der benyttes i produktionen af cellulosebaseret ethanol. Iogens demonstrationsanlæg i Canada producerer i øjeblikket flere hundrede tusinde liter ethanol af halm og andre restprodukter fra landbruget. Produktionen sker ved hjælp af enzymer, der nedbryder cellulosen i halmen til sukker, som efterfølgende destilleres til ethanol. TS

## Mikroorganismer kan omdanne CO<sub>2</sub> til metan

**Mikroorganismer kan konvertere vand og CO<sub>2</sub> til metan, hvis man blot sætter strøm til organismene. Det har en gruppe forskere ved Penn State University konstateret, da de forsøgte at fremstille brint ved hjælp af elektrolyse og mikroorganismer.**

Resultatet blev imidlertid ikke brint, men derimod metan, og det overraskede i første omgang forskerne. Fra naturen ved man, at organisk materiale omdannes til metan i iltfrie miljøer, men man har hele tiden ment, at der først sker en omdannelse til brint, inden der bliver produceret metan.

– Al den produktion af metan, som sker i naturen, og som vi troede havde sin oprindelse i brint, eksisterer må-

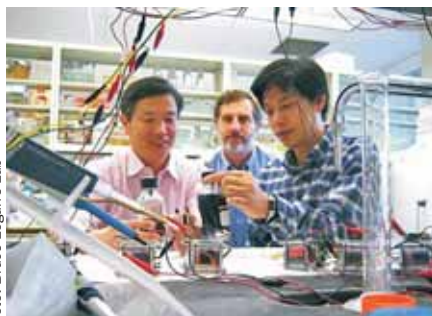


foto: Bruce Logan's Lab

ske slet ikke. Faktisk finder vi meget lidt brint i naturen, så måske bliver det ikke produceret alligevel, siger forskningsleder Bruce Logan i en pressemeddelelse fra Penn State University.

Forskerne har udført en række forsøg med en tokammercelle, hvor anoden var dækket med vand, mens kato-

*Forskere fra Penn State University i færd med at undersøge hvordan CO<sub>2</sub> kan omdannes til metan.*

den var nedsænket i vand, CO<sub>2</sub> og uorganiske næringsstoffer. Da der første gang blev sat strøm til cellen, gik processen i stå efter et minut, men da man efterfølgende dækkede kationen til med mikroorganismen *Archae*, boblede der en stadig strøm af metan op fra cellen.

Omdannelsen af strøm til metan sker med en effektivitet på omkring 80 procent, og det vil være oplagt at bruge processen i forbindelse med vindmøller, så man på den måde kan få konverteret overskydende elproduktion til et brændstof, der er lettere at lagre. TS

Udviklingen af fremtidens superfleksible kraftværk skrider planmæssigt fremad. En af de helt store udfordringer ved at fraseparere det organiske materiale i husholdningsaffald er overvundet. Næste fase bliver omdannelse af biomassen til gas, så anlæget kan producere benzin, el og varme.



foto: dong energy

## Fra affald til benzin, el og varme

Af Torben Skøtt

Nye kraftværker, hvor man hurtigt kan regulere op og ned for elproduktionen, har i mange år stået højt på Energinet.dk's ønskeseddel. Hurtig regulering af elproduktionen er nemlig en forudsætning for at kunne indpasse store mængder vedvarende energi i elsystemet, så enhver ansøgning, der kan bidrage i den retning, har fået høj prioritet hos Energinet.dk.

Et af de helt store projekter, som Energinet.dk har bevilget penge til, er RENescience, der står for "Renewables, Science and Renaissance of the energy system". Projektet, der i 2007 fik bevilling på 29 millioner kroner fra Energinet.dk, har til formål at udvikle et kraftværk, der både kan producere el, varme og syntetisk benzin alt afhængigt af, hvad der er mest behov for. Det skal ske ved at kombinere den nyeste viden inden for forbehandling af biomasse med en højtryksforgasser, der kan omsætte kulstøv og biomasse til gas. Når først brændslet er på gasform, er der nemlig gode muligheder for at kunne etablere en fleksibel energiproduktion ved hjælp af henholdsvis en gasturbine, som producerer el og varme, samt en katalysator, der omdanner gassen til syntetisk benzin.

Projektet består af to hovedelementer: I første omgang skal affaldet omdannes til en pumpbar masse, og fremmedlegemer som metal, glas og plastik skal frasorteres. Næste fase bliver for-

gasning af biomassen med efterfølgende konvertering af gassen til benzin.

Bag projektet står et konsortium med DONG Energy i spidsen. De øvrige deltagere er Novozymes, Amagerforbrænding, Københavns Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og Haldor Topsøe. Deltagerne forventer, at processen vil medføre store miljømæssige fordele, da der ikke udvikles dioxin, og der er gode muligheder for at kunne genbruge restprodukter som metal, glas og plast. I projektet indgår der en livscyklusanalyse, som skal påvise de faktiske miljømæssige påvirkninger.

### Fra halm til affald

Ideen til projektet opstod, som så ofte før, ved en tilfældighed. Hos DONG Energy havde en gruppe forskere gennem længere tid arbejdet med et projekt om forbehandling af halm til bioethanol. Halm og organisk affald har flere lighedspunkter, så på et tidspunkt foreslog lederen af projektet, Erik Ravn Schmidt, at man skulle undersøge, om processen også kunne bruges til husholdningsaffald.

– I første omgang tror jeg ikke ligefrem, medarbejderne jublede over den idé, men en uge senere havde de ikke desto mindre gennemført forsøget. Og til alt held viste det sig, at flere af de teknikker, vi havde udviklet til forbehandling af halm, også kan anvendes til affald, fortæller Erik Ravn Schmidt, der i dag er projektleder for RENescience.

Han forventer, at processen vil have betydelige fordele – set i forhold til at udnytte affaldet på konventionelle forbrændingsanlæg – men lægger ikke skjul på, at prisen på enzymer kan blive afgørende for, om der på et tidspunkt kan etableres kommercielle anlæg.

Den største fraktion i husholdningsaffald er biomasse fra grønt affald, men også papir fra for eksempel mælkekartoner er biologisk nedbrydelige andele, som ønskes omsat til en pumpbar masse.

Forbehandlingen har under hele forløbet været anset som en af de store udfordringer, men ifølge projektlederen er man på det punkt nået langt. Processen med at koge affaldet, tilsætte enzymer så det bliver flydende og få frasorteret fremmedlegemer som metal, glas og plastik har i store træk vist sig at fungere efter hensigten.

– Når først det biologiske materiale er koncentreret i en form, hvor det kan pumpes rundt i systemet, er der mange anvendelsesmuligheder. I første omgang skal det anvendes i en tryksat forgasser, men i virkeligheden vil det også kunne anvendes til fremstilling af ethanol eller som brændsel, der erstatter kul på et kraftværk, forklarer Erik Ravn Schmidt.

### Fra biomasse til gas

RENescience-projektet har et budget på i alt 55 millioner kroner, men det er langt fra tilstrækkeligt til, at der kan etableres et samlet pilotanlæg i





foto: dong energy

Modtagelse af affald.

Danmark. Derfor har man valgt en strategi, hvor indsatsen vil blive koncentreret om de områder, hvor Danmark står stærkt. Det vil sige forbehandling af affaldet og omdannelse af gassen til syntetisk benzin, hvor ikke mindst Haldor Topsøe har en betydelig ekspertise.

De indledende forsøg med håndtering af affaldet er med succes blevet udført hos DONG Energy i Skærbæk, og man er nu i gang med at lægge sidste hånd på projektering og produktion af et pilotanlæg til håndtering af 100 kg husholdningsaffald i timen hos I/S Amagerforbrænding. Anlægget, der skal stå færdigt til klimatopmødet i december, skal demonstrere, at det via en kontinuerlig proces er muligt at separere affaldet i en fast og en flydende fraktion. Den faste del vil efterfølgende kunne separeres, så man får forskellige fraktioner med plast, glas og metaldele for sig.

Næste fase, hvor biomassen skal omdannes til gas, vil blive udført på anlæg i udlandet, formentlig i Tyskland. Her findes flere forgasningsanlæg, hvor knust kul blandet med vand pumpes ind i forgassere med et tryk på op til flere hundrede bar og en temperatur på omkring 1.000 grader. Der er således tale om kendt teknologi, når det drejer sig om kul, men der

*Principskitse af RENescience-projektet.*



foto: dong energy

Trykkogning og tilsætning af enzymer.

er endnu ingen erfaringer med at bruge flydende husholdningsaffald som brændsel.

– En tryksat forgasser er i stand til at omsætte brændslet på under et sekund, så selv om anlæggene ikke fylder ret meget, har de en enorm kapacitet, forklarer Erik Ravn Schmidt. Han forventer ikke de store problemer med forgasning af biomassen, så længe det sker på anlæg, hvor man også bruger kul som brændsel.

### Fra gas til benzin

Under 2. verdenskrig byggede tyskerne i stor stil anlæg til forgasning af kul, ligesom de blev eksperter i den såkaldte Fischer-Tropsch proces, der gør det muligt at producere flydende brændstof ved hjælp af gas. Senere blev processen udviklet yderligere i blandt andet Sydafrika, og i dag findes der flere kommercielle anlæg,



foto: dong energy

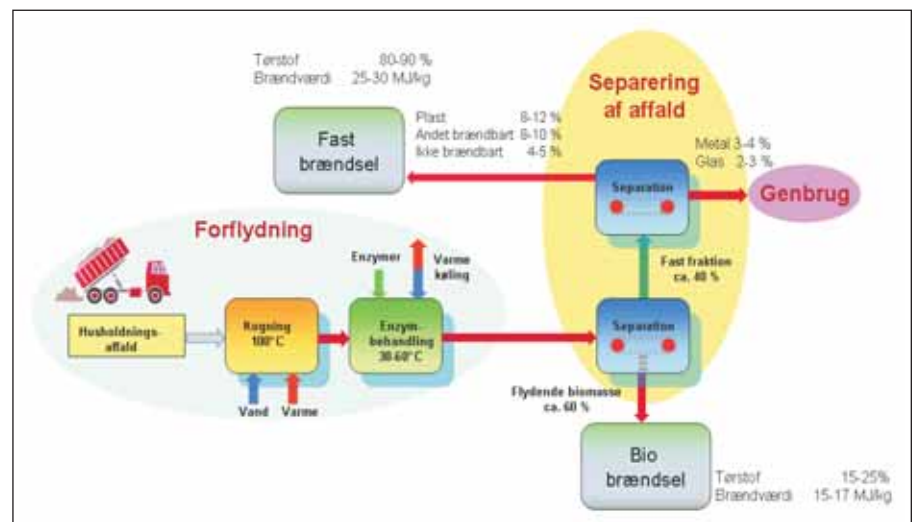
Biomasse efter forbehandling.

som kan forgasse kul og omdanne gassen til flydende brændstof.

Den teknologi, som Haldor Topsøe vil bruge i RENescience-projektet, er baseret på en katalysator, som virksomheden fik udviklet i begyndelsen af 1980'erne. Dengang var processen baseret på naturgas, men der vil formentlig ikke være de store problemer med at tilpasse katalysatoren til en højtryksforgasser, hvor gassen primært består af kulilte og brint.

Udfordringen består primært i at kunne variere belastningen. De anlæg, som Haldor Topsøe har erfaringerne med, har alle haft en jævn produktion af flydende brændstof, så der skal udvikles en ny form for styring for at kunne variere belastningen afhængigt af elmarkedet.

Haldor Topsøes pilotanlæg bliver mobilt, så det kan blive testet på flere forskellige forgasningsanlæg. ■



*Forgasningsanlægget i Skive producerer nu grøn strøm, og hvis alt går vel, kommer det også til at producere biobrændstoffer. Skive Fjernvarme har nemlig en dialog med Haldor Topsøe om opførelsen af forsøgsanlæg, der skal omdanne gassen til flydende brændstof. Haldor Topsøe har allerede i dag en stærk position på verdensmarkedet inden for anlæg, der kan omdanne naturgas til flydende brændstof, og der er gode muligheder for at denne teknologi også vil kunne anvendes på anlægget i Skive.*



foto: torben skøtt/biopress

## Europas største forgasningsanlæg er i drift

Forgasningsanlægget hos Skive Fjernvarme producerer nu grøn strøm. Alle tre motorer er i drift, men der er fortsat problemer med tilstopning af anlægget, og det er endnu ikke lykkedes at få anlægget i fuldautomatisk drift.

*Af Torben Skøtt*

Trods mange dystre forudsigelser fra eksperter inden for forgasningsteknologi er det lykkedes for folkene bag Skive Fjernvarme at rense gassen fra en såkaldt fluid bed forgasser ved hjælp af en katalysator. Dermed er en af de største udfordringer overvundet, men der er fortsat en række tekniske og økonomiske udfordringer, som skal overvindes, før anlægget kan karakteriseres som en succes.

Da Skive Fjernvarme i 2005 besluttede at investere 150 millioner kroner i et forgasningsanlæg til træpiller, var man godt klar over, at det ikke ville blive nogen nem opgave,

for som direktøren for fjernvarmeværket, Benno Jørgensen, formulerede det dengang: ”Man får ikke 35 millioner i støtte, hvis teknologien er færdigudviklet”. Bidraget på de 35 millioner kroner fordelte sig med 11 millioner fra Energistyrelsen, 12 millioner fra EU og yderligere 12 millioner fra det amerikanske energiministerium. Det var første gang, at USA på den måde støttede et energiprojekt i EU, og det skyldes ikke mindst, at det var et delvist amerikansk ejet selskab, Carbona, der skulle levere forgasseren.

Opbygningen af anlægget minder på flere måder om et stort kedelanlæg, men da der kun tilføres begrænsede mængder ilt, sker der ikke en afbrænding, men derimod en afgang af brændslet. Gassen opsamles i toppen af anlægget, og herfra føres den igennem et kompliceret rensningsanlæg, inden den udnyttes i tre gasmotorer, der er koblet til hver sin elgenerator.

Fluid bed teknologien er især velegnet til de lidt større anlæg. Den er

nem at skalere op, anlægsudgifterne hører til i den lave ende af skalaen, og så kan den håndtere mange forskellige typer brændsler. Ulempen er, at gassen indeholder betydelige mængder tjære, og selv om forskerne i 2005 havde haft held til at fjerne tjæreindholdet på mindre forsøgsanlæg, så var teknikken ikke blevet testet i større skala.

– Oprindeligt var det planen, at vi først ville have helt styr på gasrensningen, inden vi investerede store beløb i motoranlæg, men efterhånden som tidsplanen skred, indså vi, at vi blev nødt til at bestille motorerne hjem, før de øvrige ting var på plads – ellers ville der gå alt for lang tid, inden vi kunne begynde at få indtægter fra anlægget, forklarer Benno Jørgensen.

I dag kan direktøren med tilfredshed konstatere, at anlægget er i stand til at levere en fin og stabil gaskvalitet, som motorleverandøren er yderst tilfreds med. Den første gang katalysatoren blev lukket ned, brændte den ganske vist af. Det skete, fordi der gik ild i noget af det støv, som var opho-

bet efter længere tids drift, men nu har man fået udviklet en procedure, der skal sikre, at fejlen ikke gentager sig. Man foretager ganske enkelt en kontrolleret afbrænding af støvpartiklerne, inden anlægget lukkes, så man ikke risikerer at skulle udskifte hele katalysatoren til en samlet værdi af knap en million kroner.

### Bedst til grundlast

Med et forgasningsanlæg kan man forholdsvis hurtigt regulere effekten op og ned, men erfaringerne fra Skive viser, at det er en langsommelig proces at starte anlægget op, hvis det først har været lukket ned. Proceduren tager et par døgn, hvor man hæver temperaturen til omkring 600 grader ved hjælp af en oliebrænder, og først derefter kan man begynde at fyre træpiller ind i reaktoren.

– Det tager længere tid, end vi var blevet stillet i udsigt, men det hænger til dels sammen med, at vi er bange for at beskadige udmuringen af reaktoren, hvis opvarmningen sker for hurtigt, forklarer Benno Jørgensen. Han betragter det imidlertid som et mindre problem, da anlægget skal fungere som grundlast, når det først er kørt ind. Til den tid vil der således kun være behov for at lukke reaktoren ned én gang om året, men den lange opstart har naturligvis besværliggjort indkøringen af anlægget.

Et af de problemer, som teknikerne i øjeblikket kæmper med, er tilstopning af gassystemet. Inden gassen ledes fra toppen af reaktoren over i katalysatoren, bliver de groveste partikler sorteret fra i en cyklon, men den er flere gange blevet stoppet til, og så vælter hele systemet, som Benno Jørgensen udtrykker det. Er der grove partikler i gassen, er det vanskeligt at fjerne tjæreindholdet i katalysatoren, og så bliver de efterfølgende filtre overbelastet. Konsekvensen er, at gassen ikke kan bruges i motorerne, men må brændes af i faklen eller i kedelanlægget.

– Med de erfaringer vi har i dag, kan vi se, at anlægget burde have været udstyret med dobbelte filtre, så man kan tage et filter ud og få det rensat, mens anlægget er i drift fortæller Benno Jørgensen. På andre områder mener han til gengæld, at der er

brugt lidt for mange penge på unødige komponenter. Det gælder blandt andet hele sikkerhedssystemet, der er baseret på, at der kan ske en eksplosion på anlægget, men ifølge den nyeste viden inden for området kan gassen slet ikke udløse en eksplosion ved de temperaturer, man arbejder med.

### Fra gas til flydende brændstof

Forgasningsanlægget skal på årsbasis kunne producere 42.000 MWh el og 77.000 MWh varme. Salg af fjernvarme og en garanteret elpris på 745 kr/MWh vil kunne skabe en fornuftig økonomi i anlægget, men meget afhænger af, om indkøringen kommer til at trække i langdrag.

Energiproduktionen vil i starten blive baseret på tilførsel af 30.000 tons træpiller om året, men i princippet vil anlægget kunne håndtere mange forskellige typer biobrændsler, ligesom det også kan komme på tale at udnytte affald. Eneste forudsætning er, at vandindholdet skal være på under 20 procent, og det skal være findelt for at kunne fødes ind i reaktoren.

På længere sigt er det muligt, at anlægget kan blive brugt til produktion af flydende brændstof til transportsektoren. Skive Fjernvarme har i dag en dialog med Haldor Topsøe, der har en stærk position på verdensmarkedet inden for anlæg, der kan omdanne naturgas til flydende brændstof, og der er gode muligheder for, at denne teknologi med succes vil kunne anvendes på anlægget i Skive. Foreløbig har Skive Fjernvarme givet tilsagn om, at Haldor Topsøe kan udføre forsøg med en delstrøm af gassen fra anlægget, men der er endnu ikke truffet nogen endelig beslutning om opførelse af et forsøgsanlæg.

I forhold til biologisk omdannelse af biomasse til ethanol eller biodiesel indebærer teknologien med at omdanne gas til flydende brændstof en række fordele i form af bedre energiudnyttelse og en øget fleksibilitet. Det konkluderede Energistyrelsen sidste år i en rapport om alternative drivmidler i transportsektoren. Styrelsen påpegede samtidig, at det er et område hvor Danmark står stærkt – både når det gælder forgasningsanlæg og konvertering af gas til flydende brændstoffer. ■



foto: torben skjøtt/biopress

*Kernen i anlægget er en fluid bed for-gasser, der på årsbasis skal omdanne 30.000 tons træpiller til gas.*



foto: torben skjøtt/biopress

*Direktør Benno Jørgensen ved en af de tre gasmotorer, der er koblet til en generator på 1,5 – 2 MW el.*

Nye biogasanlæg, som her på Mors, vil kun have begrænset mulighed for at supplere gyllen med organiske restprodukter fra husholdninger og industri.



foto: torben skott/biopress

## Forskningsstrategi for biogas

Ny forskningsstrategi for biogas sætter fokus på anlæg, der udelukkende bruger husdyrgødning. Fremover skal der blandt andet forskes i forbehandling af biomasse, optimering af den biologiske proces og bedre indpasning af gassen i det fremtidige energisystem.

*Af Bruno Sander Nielsen*

Der er et betydeligt udbygningspotentiale inden for biogas, som udover at forbedre forsyningssikkerheden med energi også er et effektivt redskab til at reducere udslippet af drivhusgasser, beskytte vandmiljøet og fremme en bæredygtig udvikling inden for både energisektoren og fødevarerproduktionen.

Men biogas er også en relativt kompliceret teknologi. Hvor en vindmølle således "bare" er en maskine, er et biogasanlæg både et maskinanlæg og et biologisk procesanlæg. Dets resultater bestemmes ikke kun af anlæggets kvalitet, men også af den menneskelige faktor i form af driftsledelsens og bestyrelsens evne til at optimere og fastholde fokus i den daglige drift.

Der er således nok af udfordringer at tage fat på, og det er baggrunden for, at Energinet.dk, EUDP og Bran-

cheforeningen for Biogas har valgt at udarbejde en forskningsstrategi for biogas. Her er der især sat fokus på:

- Biogasanlæg der alene er baseret på udrådning af husdyrgødning.
- Forbehandling og oplukning af gyllefibre og plantemateriale med henblik på at øge gasproduktionen.
- Procesforståelse og optimering.
- Optimal indpasning af biogassen i det fremtidige energisystem.

### Råvaregrundlag

I den fremtidige udbygning med biogasanlæg vil der kun være meget begrænset mulighed for at supplere gyllen med organiske restprodukter fra husholdninger og industri. En af de væsentligste udfordringer består derfor i at sikre en rentabel gasproduktion alene baseret på husdyrgødning.

I den forbindelse er størrelsen af anlæggene en vigtig faktor, idet meget store fællesanlæg kan have lettere ved at opnå en acceptabel rentabilitet. En anden løsning kunne være at øge tørstofindholdet i gyllen via kildesortering i stalden eller ved at separere gyllen i en fiberfraktion og en væskefraktion på de enkelte ejendomme. I den forbindelse er der behov for mere viden om gaspotentialet ved forskellige separationsteknologier, ligesom det er vigtigt at få undersøgt mulighederne for samspil mellem afgangning i bio-

gasanlæg og andre gyllebehandlingsmetoder.

Biogasanlæggene har mulighed for at få tilført energiafgrøder, og hvis der er tale om indsamling af biomasse fra naturarealer, vil det ikke komme i konflikt med produktionen af fødevarer.

Det kunne også være biomasse fra marker med lucerne og kløvergræs, der dyrkes på økologiske bedrifter med henblik på at forsyne afgrøderne med kvælstof. På bedrifter med svin eller rene økologiske planteavlbrug kan biomassen ikke udnyttes, men ved at afgasse biomassen opnås en energiproduktion samtidig med, at landmanden får et bedre gødningsprodukt.

De danske erfaringer med at udnytte kildesorteret husholdningsaffald har været blandede, men der er et betydeligt udviklingspotentiale, hvilket erfaringerne fra blandt andet Sverige viser.

På længere sigt er det muligt, at biomasse fra alger og anden form for blå biomasse kan udnyttes til produktion af biogas.

### Biogasanlægget

Biogasproduktionen er en kontinuerlig proces, som hviler i sig selv. En basal forståelse for hvilken effekt de enkelte biomasser har på processens stabilitet og gasudbytte er derfor af-

gørende. På trods af mange erfaringer og viden om hvad der sker i et biogasanlæg, mangler der stadig en basal forståelse for processen. Endvidere mangler der effektive værktøjer, som gør driftspersonalet i stand til at anvende denne viden i praksis.

Traditionelt er biomassen blevet tilført reaktorerne ved en simpel opblanding. I gennemsnit bliver cirka halvdelen af materialets kulstof nedbrudt og omdannet til metan, og der er således et stort potentiale i at udvikle nye metoder, der kan sikre en bedre udnyttelse af gaspotentialet i biomassen.

Biogasanlæg har hidtil været indrettet, så de primært kan modtage gylle og industriaffald, men i fremtiden bør anlæggene indrettes, så de kan modtage en bred vifte af forskellige typer biomasse. Det stiller nye krav til indfødningssystemer, samt modtage- og lagerfaciliteter

Den afgassede biomasse udnyttes traditionelt som gødning, men fremtidige anlæg vil formentlig foretage en yderligere efterbehandling af biomassen. Det kan være i form af separation i en væskedel og en fiberdel, hvor væskedelen vil være et effektivt gødningsprodukt. Fosfor og organisk bundet kvælstof vil være koncentreret i fiberdelen, der enten kan recirkuleres, afsættes til planteavlere eller udnyttes som brændsel.

### Anvendelse af gassen

I Danmark udnyttes biogassen helt overvejende i motoranlæg, placeret enten på biogasanlægget eller på nærliggende decentrale kraftvarmeværker. Det er såvel energimæssigt som økonomisk en optimal anvendelse af gassen, da det kun kræver, at gassen bliver rensat for svovl.

Den producerede el kan altid sælges til nettet, men det vil være en stor fordel, hvis biogassen primært bliver brugt i de perioder, hvor der ikke er overskud af el på markedet. Det kunne optimeres gennem etablering af gaslagre med henblik på at omsætte biogassen, når markedet efterspørger strømmen.

Fremtidige biogasanlæg bliver væsentligt større end de anlæg, vi ser i dag, og det kræver et tilsvarende stort varmegrundlag, ligesom det kan være



foto: svensk biogas

*I Sverige er der cirka 14.000 køretøjer, der kører på metan. Andelen er stigende i takt med den stigende biogasproduktion.*

vanskeligt at tilpasse varmeproduktionen til forbruget. En mulig løsning kunne være sæsonregulering af gasproduktionen ved for eksempel at anvende biomasse med et højt gaspotentiale i vinterhalvåret.

I de tilfælde hvor det ikke er muligt at udnytte varmen lokalt, kan det være hensigtsmæssigt at anvende naturgasnettet til at distribuere biogassen. Det kræver dog en betydeligt mere omfattende behandling af gassen, og en reduktion af opgraderingsomkostningerne vil derfor være et vigtigt indsatsområde.

Det er imidlertid lige så vigtigt, at fokusere på i hvilken udstrækning det er nødvendigt at opgradere biogassen – herunder hvordan biogassen billigst muligt kan indpasses i det fremtidige naturgassystem.

### Biogas til transport

Opgraderet biogas kan endvidere anvendes som drivmiddel i transportsektoren. Det sker blandt andet i Sverige, som dermed drager nytte af, at biogas er et fuldt kommercielt anden generations biobrændstof med meget betydelige miljøfordele. Det gælder i forhold til reduktion af udslippet af drivhusgasser, hvor gyllebaseret biogas reducerer udslippet af drivhusgasser med over 150 procent.

Men det gælder også i forhold til reduktion af udslippet af sundhedsskadelige stoffer herunder partikler. Der vil dermed være meget betydelige sundhedsmæssige fordele ved at er-

statte for eksempel dieseldrevne busser med metanbusser i bynære områder. De sundhedsmæssige gevinster vil imidlertid også kunne opnås ved at anvende biogassen i decentrale kraftvarmeværker, hvor den fortrænger naturgas, der så til gengæld kan bruges som transportbrændstof. Herved vil man kunne spare omkostningerne til opgradering.

Udbygning med metan i transportsektoren vil dels kræve opbygning af en ny infrastruktur, dels at køretøjerne forsynes med tryktank. Det kunne fremmes via etablering af demonstrationsprojekter, hvor den kollektive trafik i større byområder konverteres til biogas/naturgas.

Brændselsceller forventes at få en betydelig udbredelse i fremtiden såvel til stationære anlæg til produktion af el og varme som i transportsektoren. Metanmolekylet er en effektiv brintbærer, hvorfor det er oplagt at anvende biogas i forbindelse med brændselsceller. Det er derfor vigtigt, at forskningen i brændselsceller også fokuserer på biogas, herunder behovet for rensning af biogassen.

*Den endelige udgave af Forsknings- og udviklingsstrategi for biogas forventes at være klar i begyndelsen af juli måned. Strategien vil kunne ses på [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)*

*Bruno Sander Nielsen er chefkonsulent og sekretariatsleder i Branche-foreningen for Biogas.* ■

Biogasanlægget i Thorsø er et af de anlæg, der overvejer at sende gassen ud i naturgasnettet. Økonomien ser fornuftig ud, viser en analyse, der er støttet af Energinet.dk

foto: biopress



## Biogas på vej ud i naturgasnettet

Med regeringens udspil om Grøn Vækst er planerne om at få biogassen ind på naturgasnettet inden for rækkevidde. Det vil give større fleksibilitet og mulighed for at udnytte det samlede potentiale i husdyrgødning.

Af Torben Skøtt

De mange små naturgasfyrede kraftvarmeværker har i årtier spillet en afgørende rolle, når det drejer sig om at sikre en fornuftig anvendelse af den danske biogasproduktion. Omkring to tredjedele af biogassen er således blevet anvendt til kraftvarme, mens den resterende del primært er blevet brugt til opvarmning og i mindre udstrækning til industrielle formål. Vi har altså ingen tradition for at anvende biogas til transport eller sende den ud på naturgasnettet, som det for eksempel sker i Sverige.

En af forklaringerne er, at der i dag skal betales fuld afgift, hvis naturgasnettet bliver brugt til transport af biogas. Bliver gassen derimod sendt ind på et lokalt kraftvarmeværk i en særskilt gasledning, skal der ikke betales afgift af varmeproduktionen, og derudover er der et pristillæg på 40,5 øre/kWh el.

Med de regler har det været umuligt for biogasanlæggene at levere gas til naturgasnettet. Anlæggene vil miste, hvad der svarer til 3 kroner/m<sup>3</sup> gas, hvilket er mere, end hvad mange anlæg i dag får for gassen.

Men alt tyder på, at de regler nu bliver ændret. Ifølge regeringens udspil om Grøn Vækst skal biogas til naturgasnettet fremover sidestilles med naturgas til kraftvarme, kommunerne skal udpege områder, hvor anlæggene kan placeres, og der skal etableres en tilskudspulje på 85 millioner kroner om året i tre år.

### Thorsø som eksempel

Et af de anlæg, der seriøst overvejer at sende biogassen ud på nettet, er Thorsø Biogas mellem Århus og Viborg. Her har en gruppe landmænd siden 1994 drevet et biogasanlæg, hvor gassen hidtil er blevet afsat til et nærliggende kraftvarmeværk, men nu er landmændene kommet i tvivl, om den model er bæredygtig på længere sigt.

– Om fem år udløber vores kontrakt med kraftvarmeværket, og så ved vi reelt ikke, om vi er købt eller solgt. Fjernvarmeforsyningen har an-

dre alternativer såsom billig affaldsvarme fra Hammel, og det kan vi ikke konkurrere med, fortæller Kurt Sørensen, der er formand for Thorsø Biogasanlæg.

– Vi bliver nødt til at forholde os til, at vi meget sårbare, når vi kun har en enkelt aftager af gassen, men det er ikke det eneste problem. Vi har mange landmænd, der gerne vil være med i anlægget, men vi kan ikke udvide kapaciteten, for allerede i dag har vi en overskudsproduktion, der ikke kan udnyttes om sommeren. Hvis vi blev koblet til naturgasnettet, ville vi kunne behandle langt større mængder husdyrgødning. Det vil være til gavn for miljøet, og sikre en mere stabil indtjening til biogasanlægget, pointerer Kurt Sørensen.

Biogasanlægget fik sidste år støtte fra Energinet.dk til et projekt, der belyser de tekniske og økonomiske muligheder for at levere gas til naturgasnettet. Næste fase kan blive opførelse af et demonstrationsanlæg, men om det bliver aktuelt, afhænger i høj grad af de rammebetingelser, som Folketinget beslutter.

– Hvis biogas leveret til naturgasnettet bliver sidestillet med biogas til kraftvarme, ser økonomien fornuftig ud, fortæller Hans Henrik Hansen fra On Off management, der har været rådgiver på projektet. Han lægger dog ikke skjul på, at det på mange måder ville være bedre at fortsætte med den nuværende model, hvis det er muligt.

– Biogas leveret til naturgasnettet er den næstbedste løsning, og det giver gode muligheder for at kunne ud-

### Elektronisk nyhedsbrev

Få flere nyheder om forskning i bioenergi. Den trykte udgave af Forskning i Bioenergi, der udkommer fire gange om året, bliver nu suppleret af et elektronisk nyhedsbrev. Klik ind på [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk) og få et gratis abonnement på den trykte og/eller elektroniske udgave af bladet.

Biopress  
 ☎ 8617 8507  
[www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)

vide produktionen. Det er klart bedre end at etablere en helt ny gasledning til en af de andre byer i området, forklarer Hans Henrik Hansen.

### Opgradering til naturgas

Naturgas fra den danske del af Nordsøen består af 90 procent metan og 10 procent højere kulbrinter. I biogas er der kun cirka 60 procent metan, resten er CO<sub>2</sub>, samt nogle få procent svovlbrinte, kvælstof og vanddamp. Hvis biogassen skal svare 100 procent til den danske naturgas, kan man ikke nøjes med at rense gassen, så der kun er metan tilbage – man bliver også nødt til at tilsætte propan for at opnå præcist samme brændværdi, som der er i gassen fra den danske del af Nordsøen.

Men ifølge Jan K. Jensen fra Dansk Gasteknisk Center behøver op-

graderet biogas ikke nødvendigvis at være identisk med den gas, der i dag transporteres rundt i det danske naturgasnet. Gas, der består af rent metan, minder på mange måder om den norske naturgas, og det er fuldt ud acceptabelt i henhold til gasreglementet.

– På et eller andet tidspunkt kommer vi alligevel til at importere naturgas fra Norge eller Rusland, og derfor kan vi lige så indrette os på, at en del af gassen i naturgasnettet fremover vil have en lidt lavere brændværdi end gas fra den danske del Nordsøen. Det kan godt være, det giver nogle afregningsmæssige problemer, men de er til at løse, og på den måde kan man undgå at skulle bruge propan som supplement til biogas, forklarer Jan K. Jensen.

Thorsø er et af de steder, hvor man kan etablere et opgraderingsanlæg

uden at bruge propan. Der vil være ganske få timer om året, hvor man ikke kan afsætte hele produktionen, men det er ingenting i forhold til, hvad det vil koste at bruge propan som tilsætning.

### Hvad koster det

Opgradering af biogas koster i dag 80 – 90 øre/kubikmeter biogas, og hvis der skal tilsættes propan, stiger udgiften med cirka 25 øre/kubikmeter. Det fremgår af et notat, som Dansk Gasteknisk Center har udarbejdet i samarbejde med Energinet.dk, Energistyrelsen, Naturgas Midt Nord og DONG.

Til sammenligning koster det kun omkring 10 øre/m<sup>3</sup> at levere biogassen direkte ind til et decentralt kraftvarmeværk. Opgradering er således markant dyrere end direkte leverance af gassen til et kraftvarmeværk. ■

## Grøn Vækst – Biogas Forskningsstrategi

**Seminar om biogas  
18. august 2009 i Skærbæk**

Sidste år afholdt Energinet.dk et seminar om en ny forskningsstrategi for biogas (se artiklen på side 12). Siden da er der lavet et udredningsarbejde om mulighederne for at distribuere biogas via naturgasnettet, og her i juni kom regeringens strategi for Grøn Vækst, som også har fokus på biogas. Det har givet Energinet.dk anledning til igen i år at arrangere et seminar om biogas, hvor der vil være fokus på:

- Grøn Vækst
- Øget anvendelse af biogas
- Forskningsstrategien for biogas

Deltagelse er gratis og det vil være muligt for forskningsprojekter og andre at udstille posters.

#### Program:

Endeligt program vil blive rundsendt efter sommerferien, ligesom det vil være at finde på [www.energinet.dk](http://www.energinet.dk) og [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk).

#### Tilmelding:

Det er allerede nu muligt at tilmelde sig hos: Anne Knudsen, Energinet.dk, tlf. 7622 4403, e-mail [AKN@energinet.dk](mailto:AKN@energinet.dk), Ved tilmelding bedes oplyst navn, organisation, e-mail og eventuel deltagelse med poster.

#### Yderligere information hos:

Preben Birr-Pedersen, e-mail [PBP@energinet.dk](mailto:PBP@energinet.dk), tlf. 7622 4409.

## Energiforskningsprogrammerne 2009

**Informationsmøde om energiforskning  
19. august 2009 i Skærbæk**

Traditionen tro indbyder energiforskningsprogrammerne til informationsmøde på Trinity Hotel og Conferencecenter i Snoghøj ved Fredericia. Deltagelse i mødet er gratis

#### Dagen vil indeholde:

- Nyheder og indsatsområder i programmerne.
- Tema om fremtidens energisystem.
- Informationsstande for hvert enkelt program, hvor der vil være mulighed for at stille spørgsmål til sagsbehandlere.
- Lejlighed til at netværke og lave aftaler med andre potentielle ansøgere. Her stilles der fem mødelokaler til rådighed.

#### Endeligt program annonceres på:

[www.ens.dk](http://www.ens.dk)  
[www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)  
[www.fi.dk](http://www.fi.dk)  
[www.energinet.dk](http://www.energinet.dk)

#### Tilmelding:

Senest d. 5. august 2009 på:  
[www.danskenergi.dk/Uddannelse/Konference.aspx](http://www.danskenergi.dk/Uddannelse/Konference.aspx)

#### Yderligere oplysninger hos:

Eric Björklund, [ebj@ens.dk](mailto:ebj@ens.dk), tlf 3392 6701  
Jørn Borup Jensen, [jbj@danskenergi.dk](mailto:jbj@danskenergi.dk), tlf 3530 0934  
Rasmus Linnemann, [rlkm@fi.dk](mailto:rlkm@fi.dk), tlf 3544 6239  
Jesper Sørensen, [jbh@energie.dk](mailto:jbh@energie.dk), tlf 7622 4529

## Biogasanlæg:

# Markant større gasproduktion med hydrolyse

Gasproduktionen fra mange biogasanlæg vil kunne øges markant ved at etablere en ekstra tank til hydrolyse. Metoden er simpel og vil desuden betyde bedre hygiejnisering og mulighed for at bruge halm i biogasanlæg.

*Af Torben Skott*

Det har længe været kendt, at gasproduktionen fra et biogasanlæg kan øges ved at koble to reaktorer i serie. Men hvorfor ikke gå et skridt videre og indføre endnu et trin i processen?

Det er filosofien bag et projekt, som virksomheden Westcome Renewable står bag. Det ekstra trin kaldes for selektiv hydrolyse og placeres mellem to traditionelle reaktortanke. Her bliver biomassen opvarmet til 75 – 80 grader, og det vil i mange tilfælde kunne øge gasproduktionen markant.

– Hydrolyse betyder vandspaltning, hvor der sker en række kemiske reaktioner. Vi kender ikke processen i

detaljer, men vi ved, at blandt andet cellulose, hemicellulose og ligning bliver nedbrudt. Dermed bliver en større overflade tilgængelig for de bakterier, der producerer metan, og det giver en højere gasproduktion, forklarer biolog og direktør i Westcome Renewable, Niels Østergaard.

Ved processen bliver der samtidig frigivet ammoniak, som stammer fra nedbrydning af proteiner. Det kan ligeledes have en positiv indflydelse på gasproduktionen, men på de fleste anlæg vil virkningen formentlig være begrænset.

### 15 – 60 procent mere gas

Hvor meget gasproduktionen kan øges, afhænger i høj grad af biomassens sammensætning, men ifølge Niels Østergaard vil et fællesanlæg typisk kunne opnå en merproduktion på 20 – 25 procent (se tabel 1).

– Vi har testet systemet på Overgård Gods, og her var vi i stand til at udnytte cirka 75 procent af gaspotentialet. Det ligger et pænt stykke over de fleste fællesanlæg, hvor det nor-

malt kun er halvdelen af potentialet, der bliver udnyttet, forklarer Niels Østergaard.

Ud over forsøgene på Overgård Gods har Westcome Renewable udført en række laboratorieforsøg i samarbejde med Risø DTU. Her viser resultaterne, at visse typer biomasse som halm og biologisk slam kan give et merudbytte på 40 – 60 procent, mens for eksempel primærslam fra rensningsanlæg kun giver 15 procent ekstra gas. Det ekstra udbytte består dels af en højere gasproduktion, dels af et lidt højere metanindhold i gassen.

Forsøgene på Overgård Gods udføres af parterne for egen regning og løber frem til efteråret, hvor der vil blive udarbejdet en afsluttende rapport.

### Kom halm i biogasanlægget

Men hydrolyse giver ikke kun mulighed for at øge gasproduktionen. Det giver også mulighed for at tilføre nye former for biomasse som for eksempel halm.

– Vores forsøg har vist, at vi kan afgasse halm på 6 – 7 dage, fortæller



Forsøg på Overgård Gods har vist, at produktionen af biogas kan øges med 20 – 25 procent. Forsøgene, der bliver afsluttet i løbet af efteråret, er støttet af Fødevaredirektoratet.



holdstid på 12 timer – altså langt bedre end de krav, der stilles i den såkaldte Biproductforordning fra EU.

– En hydrolysetank kan sammenlignes med en stor hygiejniserings-tank, men processen virker på mange måder mere stabil. Vi har således ikke haft problemer med skumning – formentlig fordi biomassen er delvist udrådnat, når den passerer hydrolysetanken, siger Niels Østergaard.

For at reducere varmebehovet til hydrolysen har Westcome Renewable udviklet en effektiv, patentanmeldt varmeveksler i rustfrit stål. Region Midtjylland har givet støtte til optimering af veksleren og til udarbejdelse af et dimensioneringsprogram.

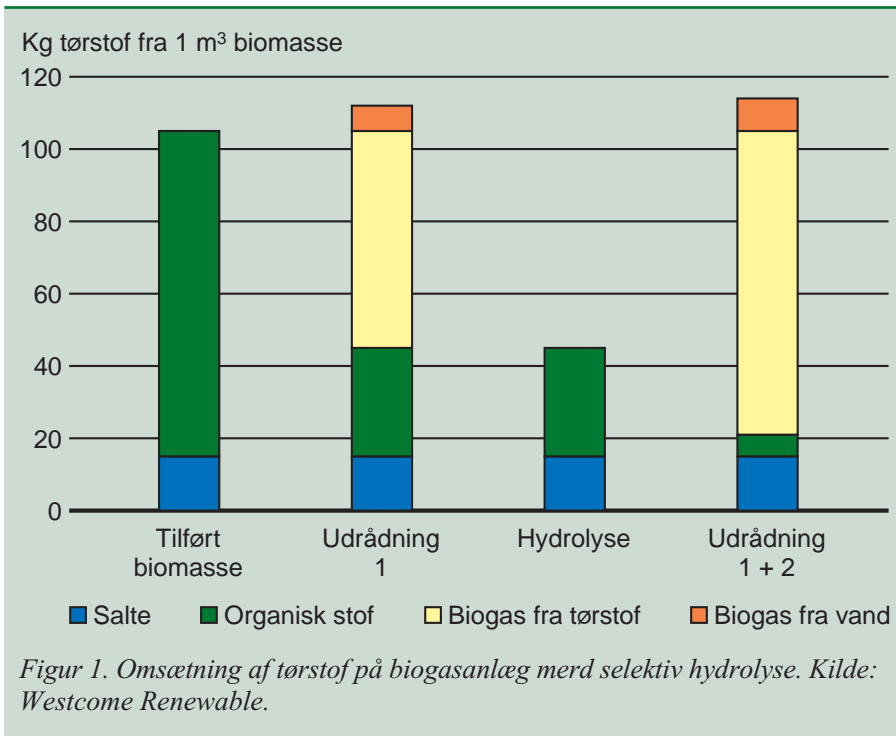
### Rensningsanlæg

Når et biogasanlæg producerer mere gas, bliver en større del af det organiske materiale omsat. Der vil således være mindre mængder tørstof i den afgassede biomasse, og det har ikke mindst betydning for de cirka 70 rensningsanlæg i Danmark, der har biogasanlæg.

– Et rensningsanlæg betaler typisk omkring 500 kroner for at komme af med et ton slam, og de vil i mange tilfælde kunne reducere mængden af slam med 15 – 20 procent ved at bruge hydrolyse, forklarer Preben Jensen. Han vurderer, at omkring halvdelen af rensningsanlæggene allerede har tankkapacitet til at indføre et ekstra trin til hydrolyse, så etableringsomkostningerne vil være begrænsede.

Westcome Renewable har for nylig afsluttet et PSO-projekt for Energinet.dk, hvor konsekvenserne ved at indføre hydrolyse på Esbjerg Rensningsanlæg er blevet analyseret. Næste fase bliver opførelse af et pilotanlæg, der ligeledes har fået støtte fra Energinet.dk. ■

*Tabel 1. Merproduktionen ved anvendelse af selektiv hydrolyse for forskellige typer biomasse.*



Preben Jensen, der er direktør i Westcome Renewable.

– Halm kan give et udbytte på 500 – 700 m<sup>3</sup> biogas/ton, og vi bevarer gødningsværdien, som repræsenterer en værdi på omkring 150 kroner/ton, siger direktøren. Han vurderer, at landmændene vil kunne få en merpris på 25 øre/kg ved at levere halm til et biogasanlæg i stedet for til et fjernvarmeværk.

Systemet med at bruge halm i biogasanlæg kan især være interessant for økologiske landmænd, der ofte har problemer med at skaffe tilstrækkeligt med gødning. Ganske vist indeholder et ton halm kun 3,5 kg kvælstof, men det kan være med til at bevare jordens kulstofpulje og dermed sikre en mere frugtbar jord.

Westcome Renewable har for nylig udviklet et nyt system, der gør det muligt at føde halm direkte ind i en reaktortank, uden at der kommer luft

med ind i tanken. Alternativt kan halmen blandes op med gylle og pumpes ind i systemet, men erfaringer viser, at halm slider uforholdsmæssigt meget på pumper og ventiler, så på sigt kan det blive en dyr løsning.

### Effektiv varmeveksler

Det kræver naturligvis en vis mængde energi at opretholde en temperatur i hydrolysetanken på 75 – 80 grader, men ifølge Niels Østergaard er forbruget begrænset, når man sammenligner med et fællesanlæg, hvor der alligevel skal være en eller anden form for hygiejniserings.

I dag stiller EU nemlig krav om, at biomassen hygiejniseres ved en temperatur på 70 grader i minimum en time. Alternativt kan temperaturen sænkes til 52 grader, men så skal opholdstiden til gengæld forlænges. Ved hydrolyse er temperaturen oppe på 75 – 80 grader, og her er der en op-

Biomasse	Effekt	Udført af
Blandet svinegylle, slam, ensilage, fedt, mave-tarm indhold m.v.	> + 20 %	Overgaard Gods
Primærslam	+ 10 – 20 %	Risø DTU
Biologisk slam	+ 40 – 60 %	Risø DTU
Halm	+ 50 %	Risø DTU

# Kan grise lide energiafgrøder?

Der er ofte et betydeligt udslip af næringsstoffer fra arealer med frilandsgrise, mens der stort set ikke er noget udslip fra arealer med flerårige energiafgrøder. Så hvorfor ikke kombinere produktionen af frilandsgrise med produktionen af bioenergi og på den måde slå to fluer med et smæk?

Af Torben Skøtt

På én af Forskningscenter Foulums mange marker er en gruppe frilandsgrise i fuld gang med at rode godt og grundigt op i jorden. Efter lyden at dømme hygger de sig gevaldigt, og det er imponerende at se, hvordan grisen kan bruge snuden som en plov, når den får færd af et eller andet interessant i jorden.

Ikke langt derfra står en mand med en lille håndholdt computer og gør notater. Det er landbrugstekniker Jens Bonderup Kjeldsen fra Forskningscenter Foulum, der noterer alt ned om dyrenes adfærd. Grisene er nemlig – helt uden at vide det – deltagere i et større projekt, der skal klarlægge, om det kan lade sig gøre at holde frilandsgrise på arealer med flerårige energiafgrøder som pil, poppel og elefantgræs.

Og alt tyder foreløbig på, at det kan det. Det ser ud til at gå bedst med energipil, hvor der kun har været småskader. Grisene har gnasket lidt på rødderne, bladene og de nye skud, og der har også været nogle barkskader, men ikke nok til at skade planterne alvorligt.

Elefantgræsset har haft lidt vanskeliggere ved at klare grisenes lidt hårdhændede behandling. I flere tilfælde har grisene ædt de nye skud, så det gælder altså om at holde dem væk fra græsset efter høst, når der kommer nye, sarte skud.

## Solskoldede grise

Grisen er oprindeligt et skovdyr, og man ved fra tidligere forsøg, at den sætter stor pris på at være i udkanten af et skovområde, hvor den kan søge læ og ikke mindst finde skygge i de perioder, hvor solen står højt på himlen. Frilandsgrise kan sagtens blive solskoldede, og de har brug for at kunne blive kølet af, enten bag et skyggefuldt træ eller i et vandhul, hvor de kan tage sig et velfortjent mudderbad.

Men der er ikke kun for grisenes velbefindende, forsøgene står på. Udvaskning af nitrat kan være et stort problem i forbindelse med frilandsgrise – især hvis de holdes på relativt begrænsede arealer og ikke flyttes til-

strækkeligt i sædskiftet. Det tager ikke lang tid for en flok grise at få ”pløjet” en mark op, og når deres nødtørft efterfølgende bliver forrettet på den bare jord, er det bestemt ikke til gavn for miljøet.

Det er her, de flerårige energiafgrøder kommer ind i billedet. De har et dybt permanent rodsystem, som effektivt minimerer udvaskningen af næringsstoffer. Derudover er de i stand til at optage store mængder vand, og det giver et bedre arbejdsmiljø for landmanden, fordi grisene nu kan færdes på et mere tørt areal. Endelig kan salg af energiafgrøder give en pæn ekstraintægt til svinebrugene, der i dag er hårdt ramt på økonomien. Hvis et areal med piletræer bliver passet fornuftigt, vil det typisk kunne give en indtægt svarende til korn, så det er bestemt noget, der er værd at tage med.

## Hvordan smager rødderne?

Forsøget gennemføres i samarbejde med Økologisk Landsforening. I første omgang er der tale om 36 grise, som blev lukket ud i en periode på ti uger i foråret. Forsøget bliver gentaget sidst på sommeren og igen næste år hos private økologiske landmænd i større skala og med diegivende søer.

Grisene kan ses på [www.youtube.com](http://www.youtube.com). Søg efter frilandsgrise djf. ■



foto: torben skøtt/biopress

Grise har svært ved at komme af med varmen i sommerhalvåret, da de kun har nogle få svedkirtler ved snuden. Derfor har de brug for at kunne søge skygge som her, hvor de hygger sig i en mark med elefantgræs.



foto: torben skøtt/biopress

Landbrugstekniker Jens Bonderup Kjeldsen undersøger rødderne fra en gruppe piletræer, som grisene har haft fat i. Hvis de først får smag for rødderne, er det tvivlsomt, om træerne kan overleve.

## Vend bålet på hovedet

**Udslippet af skadelige stoffer kan reduceres med 50 – 80 procent ved at tænde ild i toppen af brændslet.**

Folk med masseovne har vidst det længe: Man får en bedre og mere ren forbrænding ved at tænde ild i toppen end i bunden af en stak brænde, og næsten alle ovnsættere anbefaler deres kunder at følge den procedure.

Metoden har aldrig rigtigt slået an hos folk, der har almindelige brændeovne – måske fordi det er lidt vanskeligere at få ild i toppen af brænds-

let, når der er tale om en kold jernovn. En masseovn bliver sjældent helt kold. Der vil næsten altid være lunt i brændkammeret, når der skal tændes op, så det er ikke svært at få ilden til at fænge.

En række forsøg, udført af Verenum i Schweiz, viser imidlertid, at der er god grund til at følge ovnsætternes råd. I følge målinger fra såvel laboratorium som hos almindelige forbrugere bliver udslippet af skadelige partikler under opstart reduceret med 50 – 80 procent, når man tænder ild i toppen af brændslet.

Når forskerne kan registrere en så markant reduktion af de skadelige stoffer, hænger det sammen med, at en meget væsentlig del af brændværdien i træ består af forskellige gasarter, der først antændes ved en høj temperatur. Tænder man ild i bunden, bliver flammerne kølet af det træ, der ligger oven på, men tænder man ild i toppen, kan der lettere tilføres rigelige mængder ilt, som hurtigt får temperaturen til at stige.

Kilde: [www.verenum.ch/Publikationen/Biomass-Conf9.5.pdf](http://www.verenum.ch/Publikationen/Biomass-Conf9.5.pdf). ■

*Tænder man ild i toppen af en stak brænde reduceres udslippet af skadelige stoffer under opstart med 50 – 80 procent.*



foto: heikki hyttäinen



foto: heikki hyttäinen



foto: heikki hyttäinen

### Tilskud til netværk

**Det Strategiske Forskningsråd åbner nu op for ansøgninger til netværksmidler fra EU. Ansøgningsfristen er onsdag den 30. september.**

Midlerne udbydes for at give lettere adgang til europæiske forskningsprogrammer og nye EU-initiativer. I 2009 er der en samlet pulje på i alt 7 millioner kroner.

EU har i perioden 2007 – 2013 afsat betydelige midler til forskning, og der er en tendens til, at der især bevilges støtte til større strategiske projekter og netværk på tværs af Europa.

Midlerne fra Det Strategiske Forskningsråd kan blandt andet bruges til medfinansiering af netværk, som etableres for at forberede dansk deltagelse i større EU-programmer inden for områder, som er af strategisk interesse for Danmark.

Ansøgningsfristen er onsdag den 30. september 2009 klokken 15.00.

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

### Grøn energi fra åen

**Projekt finansieret af Fødevarer-Erhverv skal klarlægge om produktion af biogas, økologisk gødning og naturpleje kan gå hånd i hånd.**

Kan energiproduktion og naturpleje forenes i Nørreådal mellem Viborg og Randers. Det er Landbo-MidtØst ved at undersøge sammen med Forskningscenter Foulum og en række andre samarbejdspartnere, skriver LandbrugsAvisen.

Ideen er, at der i de lave arealer i Nørreådal kan høstes biomasse til biogasanlæg, så man får produceret vedvarende energi og økologisk gødning, samtidig med at ådalens natur plejes. Man søger blandt andet for at tilføre kalium til arealerne, så fosfor kan høstes sammen med biomassen i stedet for at blive ledt ud i åen.

Ved et arrangement den 22. juni kunne interesserede følge, hvordan biomassen høstes, og hvordan man søger for at genetablere arealerne.

Projektet er støttet af Fødevarer-Erhverv.

### Tilskud til højteknologi

**Højteknologifonden inviterer forskere og virksomheder til at byde ind med projekter, der kan skabe fremtidig værdi for det danske samfund.**

Et højteknologisk projekt er afgrænset og sigter målrettet mod at skabe et konkret resultat, som øger parternes mulighed for at forbedre deres videns- og markedsposition. I 2009 har Højteknologifonden 280 millioner kroner til rådighed, der fordeles gennem to ansøgningsrunder.

Højteknologifonden tilstræber en hurtig og effektiv ansøgningsproces, fordelt på trin: Forklar den gode projektidé på to sider og send en ansøgning til fonden inden den 1. september 2009. Inden for fire uger får ansøger besked om projektet kan gå videre til andet trin, hvor en mere detaljeret ansøgning skal forelægges for bestyrelsen og to uvildige eksperter. Der kan søges om tilskud på 2,5 – 15 millioner kroner per projekt.

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

## Røg fra brændeovne mindre usundt end røg fra biler

**80 procent af de indåndede partikler fra brænderøg forlader kroppen igen og efterlader ingen risiko for sygdom, viser svensk doktorafhandling.**

Partikler fra brændefyring er ikke nær så farlige som partikler fra bilernes udstødning. Det viser resultaterne fra en doktorafhandling, som Jacob Löndahl fra Avdelningen för Kärnfysik på Lunds Tekniska Högskola står bag.

Resultaterne hilses velkommen af brændeovnsfabrikanterne. De har ikke haft det nemt siden Danmarks Miljøundersøgelser i 2004 offentliggjorte en undersøgelse der viste, at partikelforureningen i et villakvarter med brændeovne kan være lige så skadelig som forureningen på en stærk trafikeret gade i det indre København.

– I brændeovnsbranchen har vi længe anket over, at forskerne kritiskløst har sidestillet partikler uden skelen til arten. Den her undersøgelse kan blive starten til at revurdere den påståede farlighed af røg fra brændeovne, hedder det i en pressemeddelelse fra Foreningen af Danske Producenter af Pejse og Brændeovne.

### Ny teknik

Doktorafhandlingen ”Experimental Determination of the Deposition of Aerosol Particles in the Human Respiratory Tract” er baseret på et forsøg med 50 testpersoner. Baggrunden for undersøgelsen er, at der alene i Sverige er 5.000 dødsfald om året, som har forbindelse til forurenede luft.

Undersøgelsen er baseret på en helt ny teknik, som gør det muligt at bestemme hvilke partikler, der fæstner sig i lungerne, når vi ånder. Med metoden, som har fået navnet Respi, er forskerne blevet i stand til at måle antallet, arten og størrelsen af de partikler, der optages i lungerne og inden længe vil de også være i stand til at måle partiklernes kemiske sammensætning.



*Ifølge en svensk doktorafhandling er brændefyring ikke nær så skadelig som tidligere antaget.*

### 80 procent forlader kroppen

Partikler fra forbrænding af træ indeholder forskellige salte, som absorberer en del af den fugt, der er i lungerne. Det får partiklerne til at vokse, og dermed bliver de knap så bevægelige som partikler fra dieslbiler, der ikke indeholder salte. Den formindskede bevægelighed gør det vanskeligere for partiklerne at komme i kontakt med en overflade i lungerne, de kan fæstne sig på, så hovedparten vil ryge ud i atmosfæren igen.

Resultaterne fra den svenske undersøgelse viser, at kun hver femte indåndet partikel fra brændefyring fæstnede sig i lungerne, mens to tredjedele af partiklerne fra biludstødning blev i kroppen. Den store forskel skyldes, at partiklerne fra trafikken er mindre og at de ikke vokser nævneværdigt på grund af optagelse af vanddampe i lungerne. ■

## 24 millioner fra EUDP til bioenergi

**EUDP har for nyligt afsat 24 millioner kroner til forskning og udvikling i bioenergi. To mindre projekter om forbedring af gasudbyttet fra biogasanlæg får godt 4 millioner kroner, mens resten går til bioethanol og bioolie.**

EUDP har i starten af juni afsluttet sin første ansøgningsrunde i år med uddeling af 132 millioner kroner til i alt 24 projekter. Knap 40 procent af midlerne går til udvikling og demonstration af brændselsceller, mens bioenergi får knap 20 procent af den samlede pulje.

Inden for bioenergi er det især projekter om flydende brændstoffer, der har fået tilskud. Inbicon får således 12,5 millioner kroner til videreudvikling af deres ethanolprojekt, og SCF Technology får 9 millioner kroner til deres teknologi, der skal gøre det muligt at omdanne affald til biodiesel. Derudover er der bevilget i alt 2,8 millioner kroner til to projekter, der skal øge gasudbyttet fra biogasanlæg. ■

Titel	Ansøger	Tilskud
Development of improved second generation (2G) bioethanol technology to prepare for commercialisation	Inbicon A/S	12,5 mio.
Increased biogas production by removal of ammonia from biogas reactors	Aarhus Universitet	1 mio.
Demonstration of sustainable bio oil production using CatLiq® technology	SCF Technologies	9 mio.
Identifikation af mikroorganismer til optimering af behandling af gylle i biogasanlæg	Xergi A/S	1,8 mio.
I alt		24 mio.

*EUDP-støttede projekter inden for bioenergi i første halvdel af 2009.*

### Korrosion ved støvfyring

Titel: 6520 – Korrosionsmålinger på AMV2/AVV2 ved biostøvfyring

Ansvarlig: DONG Energy A/S, Søren Aakjær Jensen, ☎ 4480 6470

Tilskud: PSO – 1.800.000 kroner

Ved støvfyring med biobrændsler er der en betragtelig risiko for korrosion af kedelvægge og overhedere. Fænomenet er blevet undersøgt nærmere på Avedøreværket og Amagerværket, hvor forskerne har indsat korrosionsprober i kedlerne.

Risikoen for korrosion af forskellige materialer er blevet undersøgt, ligesom der er foretaget test ved indfyring af biomasse alene eller sammen med olie og gas.

Ved hovedparten af de forskellige materialer blev der registreret en såkaldt parabolisk korrosionsrate. Samfyring af biomasse med olie og gas reducerede korrosionsraten.



foto: biopress

*Risikoen ved støvfyring med biobrændsler er blandt andet blevet undersøgt på Amagerværket.*

### Arbejdsmiljø på flisfyrede kraftvarmeværker

Titel: 4785 – Work environment and wood chips

Ansvarlig: Forskningscentret for skov & landskab v/LIFE-KU, Simon Skov, ☎ 4576 3200

Tilskud: PSO – 2.006.000 kroner

I projektet er det undersøgt, hvilken effekt det har på de ansattes helbred, at luften på flisfyrede kraftvarmeværker kan indeholde skimmelsvampe, støv og endotoxin.

Der er fundet høje koncentrationer af skimmelsvampesporer i flislagre, lavere koncentrationer i kedelhaller, mens koncentrationen i kontorområder har været på niveau med udendørs områder. Endotoxin og støv er kun fundet i mindre koncentrationer.

Det er påvist, at medarbejdere på flisværker har tendens til hyppigere forekomst af symptomer på astma end medarbejdere på konventionelle værker. Afvekslende arbejde forventes at modvirke medarbejdernes risiko for mere alvorlige sundhedsproblemer.

### Forbehandling af ligninholdig biomasse



*Pilotreaktoren, der blev brugt til forsøgene med forbehandling af forskellige typer biomasse.*

Titel: 6286 – Metode til frigivelse af kulhydrater i ligninholdige biomasser

Ansvarlig: M-Tek, Jens Munck, ☎ 4580 9717

Tilskud: PSO – 3.247.000 kroner

Projektet har haft til formål at forbehandle ligninholdige biomasser ved at kombinere termisk hydrolyse og vådoxidation.

De indledende studier viste, at processen har så mange fordele, at det blev besluttet at bygge en pilotreaktor for at kunne teste processen i detaljer. Reaktoren var dimensioneret til 900 kg/døgn, men det viste sig, at den havde en kapacitet på 2.400 kg/døgn. Energiberegninger fra anlægget viser, at dampforbruget kan sænkes med 39 procent ved at hæve tørstofindholdet i biomassen fra 20 til 39 procent og yderligere 45 procent ved at gøre processen kontinuert. En opgørelse over massebalancen viser, at der er et tab af biomasse på mellem 2 og 5 procent tørstof.

Processen er meget fleksibel med hensyn til at forbehandle forskellige typer biomasse, men det har været vanskeligt at håndtere biomasse med en længde på over 2 – 3 centimeter, fordi de lange fibre sætter sig på omrørerne og i ventilerne.

Projektet har været tilknyttet Maxifuels-projektet på DTU.



foto: biopress

*Der er fundet høje koncentrationer af skimmelsvampesporer i flislagre, lavere koncentrationer i kedelhaller, mens koncentrationen i kontorområder har været på niveau med udendørs områder.*

### Forgasning af biomasse til brændselsceller

**Titel:** ENS-33030-0007– GreenFuelCell – Integreret forgasnings-brændselscelleanlæg (SOFC)

**Ansvarlig:** TK Energi A/S, Thomas Koch, ☎ 4618 9000

**Tilskud:** ENS – 1.000.000 kroner

Projektet er en del af et større europæisk projekt, der har haft til formål at undersøge, om gas fra termisk forgasning af biomasse kan anvendes i en SOFC-brændselscelle.

I projektet blev der udviklet to sideløbende spor: ét hos ECN i Holland og ét hos TK i Køge. ECN's forgasningskoncept mislykkedes, da systemet genererede store mængder sod. TK Energi havde i første omgang held med at eftervise konceptet, men i den afsluttende test opstod der problemer med den del af reaktoren, hvor pyrolysen foregår.

På Risø DTU fik forskerne ny viden om, hvordan man fjerner tjære fra et trinopdelt forgasningsanlæg, ligesom der er fundet nye grænser for, hvor følsom en SOFC-brændselscelle er over for forureninger i gassen.

Projektet har tidligere fået støtte fra Energiforskningsprogrammet (ENS-33030-0113 og ENS-33031-0093) og har derudover fået støttet fra EU's 6. rammeprogram.

## Energy conversion from biomass production

**Seminar på Forskningscenter Foulum  
9. – 10. september 2009**

Nordisk Jordbrugsforskeres Forening og EU-AGRO-BIOGAS indbyder til et seminar om "Energy conversion from biomass production" den 9. – 10. september på Forskningscenter Foulum.

Seminariet, der vil blive afholdt på engelsk, henvender sig blandt andet til forskere, ph.d.-studerende, rådgivere, beslutningstagere og virksomheder, der arbejder med bioenergi.

EU-AGRO-BIOGAS projektet startede den 15. januar 2007 og involverer en lang række forskere og eksperter fra 14 organisationer i 8 forskellige lande. Projektet sigter mod at forbedre landbrugsbaserede biogas-anlæg i Europa. Det skal ske ved at optimere biogas-processen og ved at forbedre alle led i kæden fra råvare til anvendelse af gassen.

#### Gebyr:

265 euro før den 1. juli for medlemmer af NJF  
290 euro efter den 1. juli for medlemmer af NJF  
300 euro før den 1. juli for andre  
330 euro efter den 1. juli for andre

#### Deadline:

30.06.09 for abstracts  
30.06.09 for posters  
14.08.09 for deltagelse

#### Program og tilmelding:

[www.njf.nu](http://www.njf.nu) → seminars → 9-10 September 2009.

### Forbehandling af biomasse til bioethanol

**Titel:** 2104-05-0008 – Breaking the barrier for biomass based energy: High dry-matter enzymatic hydrolysis of lignocellulose

**Ansvarlig:** Center for Skov, Landskab og Planlægning v/LIFE-KU, Claus Felby, ☎ 3528 1695

**Tilskud:** DSF – 1.999.200 kroner

Projektet har haft til formål at opnå en større forståelse af interaktionen mellem cellevægsnedbrydende enzymer og lignocellulose ved et højt tørstofindhold. Forbehandling af biomasse er afgørende for denne interaktion og et vigtigt trin i nedbrydningsprocessen.

Projektet har afsløret ny og nyttig viden på området, og det vil fremover være et fokusområde for laboratoriet på LIFE-KU. Som en direkte konsekvens af projektet er der opbygget en betragtelig erfaring med brug af nyt apparatur som AFM og SEM, der kan bidrage til at bevare laboratoriets førende rolle.



foto: biopress

*Professor Claus Felby i laboratoriet på LIFE-KU.*

### Arbejds miljø og biobrændsler

**Titel:** 5786 – Do storage conditions of biofuels affect respiratory problem

**Ansvarlig:** Arbejds miljø Institut, Anne Mette Madsen, ☎ 3916 5240

**Tilskud:** PSO – 799.100 kroner

Projektet er en opfølgning af fire tidligere projekter vedrørende biobrændsler og arbejds miljø og behandler områderne:

1. Metodeudvikling til opsamling af luftbåret støv med henblik på at kunne undersøge, hvilken effekt støv har på medarbejdernes helbred.
2. Helbredseffekter af støv fra biobrændsler.
3. Lagring af biobrændsler og tilstedeværelse af støv, skimmelsvampe, endotoxin, mikroorganismer og partikler.
4. Eksponering for bakterieceller og svampepartikler.
5. Bestemmelse af inflammation forårsaget af støv fra biobrændsler.
6. Karakterisering af støv indsamlet på halmlager og fyrrum.

## Forsningsanlægget i Gjøl



foto: biopress

*Forgasningsanlægget i Gjøl kom aldrig i drift, da der manglede penge til indkøringen. En rapport fra 1st Mile anbefaler, at anlægget erstattes med et flisfyret varmekværk.*

**Titel:** 33040-0006 – Undersøgelse af løsninger for kraftvarmeanlægget i Gjøl

**Ansvarlig:** 1st Mile, Søren Houmøller, ☎ 4044 6714

**Tilskud:** ENS – 200.000 kroner

Forgasningsanlægget i Gjøl skulle have været det første kommercielle anlæg, der kunne producere ren flisgas til erstatning for naturgas, men det kom aldrig i drift. Da anlægget stod færdigt i 2007, var pengekassen tom, og hverken leverandøren, Energistyrelsen eller Energinet.dk ønskede at bruge flere penge på projektet.

Nærværende projekt har haft til formål at analysere mulige løsninger for det ufærdige anlæg, som Gjøl Private Kraftvarmekværk har investeret otte millioner kroner i. Anlægget er undersøgt på stedet, og en eventuel indkøring af anlægget er drøftet med leverandøren, TK Energi. Der er opstillet en model til beregning af økonomien ved forskellige scenarier for værket, og under de givne forudsætninger er konklusionen, at konvertering til ren flisfyret varmeproduktion vil reducere varmeprisen og være den mest sikre løsning. Selv ved fuldt tilskud til færdiggørelsen af kraftvarmeanlægget vil kraftvarme baseret på forgasseren være dyrere og mere usikker.

## Reduktion af kvælstofilter

**Titel:** 6365 – Pilottest og optimering af plasmabaseret deNO<sub>x</sub>

**Ansvarlig:** Risø, Poul Kerff Michelsen, ☎ 4677 4540

**Tilskud:** PSO – 4.594.000 kroner

I et tidligere PSO-projekt har Risø og Dansk Gasteknisk Center påvist, at emissionen af kvælstofilter (NO<sub>x</sub>) fra mindre gasmotorer kan reduceres ved at tilsætte ozon til røggassen. I nærværende projekt er teknikken blevet videreudviklet og testet på et større motoranlæg og et halmfyret kraftvarmekværk.

Resultaterne fra projektet viser, at:

- NO<sub>x</sub>-emissionen kan reduceres med over 95 procent ved tilsætning af ozon til røggassen.
- Teknikken er anvendelig til såvel naturgasfyrede som biomassefyrede kraftvarmekværker.
- Ved biomassefyrede værker skal der anvendes cirka dobbelt så meget ozon som til naturgasfyrede værker.
- Ved gasmotorer bliver udslippet af formaldehyd reduceret med cirka 60 procent.
- Driftsomkostninger ligger på 30 – 60 kroner/kg NO<sub>x</sub>

Projektet er udført i samarbejde med DONG Energy og Dansk Gasteknisk Center.

## Erfaringsopsamling fra biomasseværker

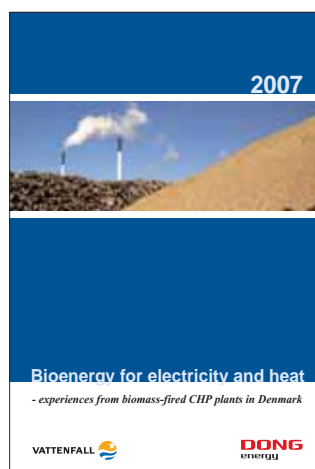
**Titel:** 6523 – F&U program for biomasseforbrænding med erfaringsopsamling fra biomasseværker

**Ansvarlig:** DONG Energy A/S, Bo Sander, ☎ 7923 3325

**Tilskud:** PSO – 1.920.842 kroner

Projektets formål har været at bidrage til en fortsat teknisk udvikling inden for biomassefyrede kraftvarmekværker og at formidle resultaterne fra det danske biomasseudviklingsprogram nationalt og internationalt.

Projektets væsentligste resultater omfatter et anlægskatalog med anlægsdata for biomasseværker, benchmarkingrapporter, redegørelse for hovedlinjerne i 50 biomasseprojekter samt en 73 siders publikation på dansk og engelsk om den danske udbygning af biomassebaseret kraftvarme.



*Erfaringerne fra de biomassefyrede værker er blevet samlet i en publikation på dansk og engelsk. Publikationerne kan rekvireres hos DONG Energy.*

**FIB** – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP), der administreres af Energistyrelsen. Der udkommer fire tidsskrifter og otte nyhedsbreve om året. Gratis abonnement kan tegnes via hjemmesiden [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk) eller ved henvendelse til BioPress på telefon 8617 8507.

**BioPress** bringer løbende nyheder fra forskernes verden. Følg med på [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk), hvor du kan downloade tidsskrifter og nyhedsbreve.

**Ansvarshavende redaktør:**  
Journalist Torben Skøtt

**ISSN:** 1604-6331

**Produktion:**  
BioPress  
Vestre Skovvej 8  
8240 Risskov  
Telefon 8617 8507  
E-mail: [biopress@biopress.dk](mailto:biopress@biopress.dk)  
Hjemmeside: [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)

**Forsidefoto:** DONG Energy.  
TK Energi

**Oplag:** 4.000 stk.

**Tryk:**  
CS Grafisk. Bladet er trykt på svanemærket offset papir.

**Gengivelse** af artikler og illustrationer må kun ske efter aftale med BioPress. Citater fra artikler må gerne bruges med tydelig kildeangivelse.

**Næste nummer:**  
– udkommer medio september 2009. Deadline for redaktionelt stof er den 15. august 2009.

## Lolland vil have testcenter for alger



**Lolland har potentiale til at huse et internationalt testcenter for udvikling af alger til energi. Det var en af konklusionerne efter en konference i april, hvor 90 forskere fra forskellige lande drøftede mulighederne for at bruge alger til fremstilling af flydende brændstof.**

Ved konferencens afslutning nedsatte deltagerne en række arbejdsgrupper, der skal arbejde videre med resultaterne og blandt andet arbejde for at oprette et egentligt konsortium for algedyrkning på Lolland. Konsortiet forventes at kunne præsenteres ved klimatopmødet i København til december.

Konferencen var arrangeret af Baltic Sea Solutions i tæt samarbejde med et internationalt videnskabeligt team, ledet af professor Jonathan Trent, der blandt andet er forskningsleder for The Global Research into Energy and the Environment at NASA. Den videnskabelige gruppe tæller også Lene Lange, tidligere forskningschef hos Novozymes, og i dag prodekan for forskning ved Aalborg Universitet.

Et af de mere opsigtsvækkende projekter, der blev præsenteret på konferencen, var planerne om at dyrke alger i store plasticposer i tilknytning til havvindmøller eller fremtidige bølgekraftanlæg.

*I den fri natur kan alger være et stort problem, men i lukkede systemer kan alger Alger er et stort forureningsproblem, når de*

Planen går ud på at fylde poserne op med alger, spildevand samt røggas fra et kraftværk eller et fjernvarmeværk. I det miljø vil algerne være i stand til at formere sig lynhurtigt, da de "spiser" næringsstofferne i spildevandet og får rigeligt med energi fra CO<sub>2</sub>-indholdet i røggassen.

Hver pose vil blive udstyret med en specielt udviklet membran, der trækker det rensede ferskvand ud af posen. Til sidst vil der kun være ti procent vand tilbage i posen og en tyk grød af alger, der kan bruges til fremstilling af biodiesel. Hvis der mod forventning slipper alger ud i havvandet, vil de gå til grunde med det samme, da der er tale om ferskvandsalger, som ikke kan overleve i saltvand.

Forskning i alger har for alvor taget fart i de senere år, fordi de har et enormt udbytte i forhold til landbrugsbaserede afgrøder. På konferencen blev det således nævnt, at hvis hele verdens flåde af rutefly skal forsynes med brændstof fra sojabønner, vil det kræve et areal på størrelse med Europa, mens man kan nøjes med et areal på størrelse med Belgien, hvis man i stedet anvender alger. TS