



Landbruget kan femdoble produktionen af bioenergi 2

Græs er ægte grøn energi 4

Algesuppe kan blive fremtidens brændstof 7

Gårdbiogas med ny teknik 8

50 millioner til biobrændstoffer 9

Vi har brug for bioraffinaderier 10

Flishugst må ikke ødelægge skoven 12

Afsluttede projekter 13

Støtte til forskning 16

## Kampen om biomassen

Kampen om de tilgængelige biomasseressourcer er skærpet væsentligt gennem de senere år, men der er fortsat gode muligheder for at øge produktionen af bioenergi og samtidig få et bedre miljø.

Den stigende efterspørgsel på biomasse til energi er langt fra uproblematisk. Såvel FN som en række miljøorganisationer har ved flere lejligheder advaret om, at grænsen for, hvor store arealer der kan reserveres til energiproduktion, er ved at være nået. Fældning af regnskoven er et stigende problem, og de drastiske prisstigninger på blandt andet korn og majs vil på sigt kunne føre til fødevaremangel og fattigdom i store dele af verden.

Biomasse er således en begrænset ressource, som skal bruges med omtanke. På de følgende sider vil en række forskere komme med deres bud på, hvordan vi kan forøge mængden af biomasse til energiproduktion og samtidig bevare et bæredygtigt landbrug.

Den gode nyhed er, at det sagtens kan lade sig gøre. Hvis det bliver grebet

fornuftigt an, kan vi øge produktionen af vedvarende energi markant og samtidig få et bedre miljø.

I dag ligger der betydelige ressourcer gemt i husdyrgødningen, og ved at satse på flerårige afgrøder kan landbruget femdoble sit bidrag til energiforsyningen, uden at det ændrer ved dansk landbrugs hovedrolle som producent af foder og fødevarer. Det viser en ny rapport, som en gruppe forskere har udarbejdet for Fødevareministeriet og som er nærmere omtalt på side 3.

Vedvarende græs fra engarealer er et eksempel på én af de ressourcer, som i dag ligger ubenyttet hen. Ved at høste græsset og bruge det i biogasanlæg kan vi mere end fordoble den danske biogasproduktion, og samtidig får vi fjernet næringsstoffer fra de miljøfølsomme områder. Det skriver Henrik Bjarne Møller og Lisbeth Nielsen om på side 6.

Endelig er der spørgsmålet om at udnytte alger som søsalat til produktion af biogas og ethanol. Potentialet er enormt, men der går formentlig adskillige år, før det bliver praktisk muligt. Det kan du læse mere om på side 7.



# Landbruget kan femdoble produktionen af bioenergi

Nye forskningsresultater viser, at landmændene kan femdoble deres produktion af bioenergi, men det skal gøres med omtanke. Flerårige afgrøder til produktion af kraftvarme er vejen frem, hvis vi vil sikre miljøet og en fornuftig energiudnyttelse.

*Af Torben Skøtt*

Råstoffet til en væsentlig del af fremtidens energiforsyning findes ude i landskabet – hos landmændene og skovejterne, der allerede i dag dækker godt 12 procent af vores energiforbrug. Det er næsten fem gange så meget, som vindkraften bidrager med, og bioenergien er således langt den største bidragsyder inden for vedvarende energi, der samlet set står for cirka 15 procent af vores energiforsyning.

Men kan vi fortsat bruge løs af jordens ressourcer til produktion af energi, hvis der samtidig skal være arealer nok til mad, foder, skov og natur? Mange sætter i dag spørgsmålstegn ved, om det er forsvarligt at bruge

landbrugsafgrøder til produktion af for eksempel biobrændstoffer, men ifølge en ny rapport fra Fødevarerministeriet kan vi samlet set femdoble produktionen af energi fra landbruget, uden at det ændrer ved dansk landbrugs hovedrolle som producent af foder og fødevarer.

## Bioenergi til gavn for miljøet

– De helt store potentialer ligger i at få gang i udnyttelsen af husdyrgødning til produktion af biogas og få landbruget til at vælge flerårige afgrøder som pil og elefantgræs i stedet for korn, siger seniorforsker Uffe Jørgensen fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet på Århus Universitet. Han er en af de mange eksperter, der har stået bag Fødevarerministeriets rapport, og han mener, der er en lang række positive sidegevinster ved at bruge biomasse til energiformål.

– Vi har en enestående mulighed for at forøge produktionen af vedvarende energi og samtidig forbedre miljøet ved at vælge de rigtige afgrøder, forklarer Uffe Jørgensen. Han vurderer, at landbruget på årsbasis vil kunne reducere udledningen af

nitrat med cirka 18.000 tons ved at øge produktionen af biogas og omlægge 15 procent af kornarealet til flerårige energiafgrøder. Dermed vil man være tæt på at nå målet i Vandmiljøplan III om en samlet reduktion af nitratudvaskningen på 21.000 tons om året.

På spørgsmålet om der slet ikke er nogen miljømæssige problemer ved at øge produktionen af bioenergi, siger Uffe Jørgensen:

– På lang sigt kan det blive en udfordring at sikre et fornuftigt kulstofindhold i jorden, hvis vi fjerner store mængder biomasse. Vi kan afhjælpe problemet ved at så efterafgrøder, ligesom flerårige afgrøder er med til at styrke kulstofindholdet. Korn og andre en-årige afgrøder har den modsatte effekt, så det handler primært om at vælge de rigtige afgrøder og nogle fornuftige dyrkningsmetoder, hvor man ikke "roder" for meget rundt i jorden.

Ifølge Uffe Jørgensen reduceres kulstofindholdet ikke fra den ene dag til den anden, men over en periode på 50 – 100 år kan det få stor betydning, hvordan vi behandler jorden. I Jylland



*Biogas og energipil er en del af løsningen, hvis vi skal sikre miljøet og øge landbrugets produktion af bioenergi.*

er der generelt et meget højt kulstofindhold, mens man flere steder i Østdanmark er tæt på at nå grænsen for, hvad der er forsvarligt. Det hænger sammen med, at antallet af husdyr og græsmarker er begrænset på Sjælland, hvorimod der er en betydelig produktion af korn og halm.

### Vælg biogas og biogas

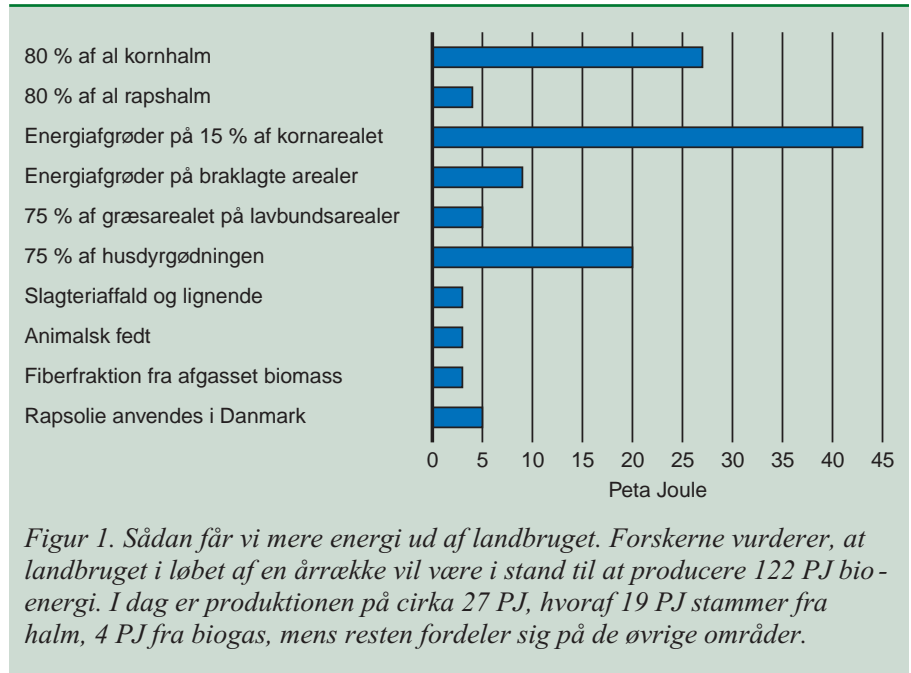
Rapporten fra Fødevareministeriet slår endnu en gang fast, at vi får mest energi og miljø for pengene ved at producere biogas og kraftvarme. Biogas giver en usædvanlig høj fortrængning af drivhusgasser, fordi man samtidig får opsamlet den mængde metan, som dannes i gyllelagrene, men også termisk forgasning af biomasse rummer store perspektiver.

Til gengæld har forskerne ikke mange positive ord til overs for de biobrændstoffer, som EU og ikke mindst USA producerer i stor stil på basis af korn og majs. Det er helt uholdbart og kan slet ikke konkurrere med den ethanol, der produceres på basis af sukkerrør i Sydamerika, fastslår rapporten. Brasilien er fortsat det eneste land i verden, der er i stand til at producere bioethanol, som kan konkurrere med fossile brændsler, og CO<sub>2</sub>-fortrængningen er næsten tre gange så høj som fra den kornbaserede ethanol fra USA og EU.

Endelig er der spørgsmålet om produktionen af biobrændstoffer på basis af restprodukter og affald, som der i dag forskes intensivt i. Her vil man formentlig kunne opnå en energibalance og miljøeffekt, der er på højde med ethanol fra sukkerrør, men der hersker fortsat en betydelig usikkerhed om økonomien i de avancerede 2. generations anlæg.

### Bliv vegetar

I de kommende år forventer forskerne en globalt stigende efterspørgsel på foder og fødevarer forårsaget af befolkningstilvækst og øget velstand. Den forventede stigning i velstanden kommer især fra en række befolkningsrige lande i den 3. verden som Kina, Indien og Brasilien, hvor der er en betydelig økonomisk vækst. Velstandsstigningen forventes primært at øge forbruget af animalske fødevarer som kød og mælk.



Figur 1. Sådan får vi mere energi ud af landbruget. Forskerne vurderer, at landbruget i løbet af en årrække vil være i stand til at producere 122 PJ bioenergi. I dag er produktionen på cirka 27 PJ, hvoraf 19 PJ stammer fra halm, 4 PJ fra biogas, mens resten fordeler sig på de øvrige områder.

Det kan medføre en markant stigning i udslippet af drivhusgasser, da kødet hører til i den CO<sub>2</sub>-tunge ende. Flere undersøgelser peger således på, at udledningen fra et kilo kød i gennemsnit er på over tre kilo CO<sub>2</sub>, hvorimod udledningen fra et kilo grøntsager kun er på godt 0,1 kilo CO<sub>2</sub>. Det er især bøfferne, der er lidt af en CO<sub>2</sub>-skurk med en udledning på op til 27 kilo CO<sub>2</sub> per kilo oksekød, hvorimod kyllingekød belaster klimaet langt mindre.

I Danmark viser beregninger, at en enkelt kødløs dag om ugen i alle familier kan spare atmosfæren for 240 tons CO<sub>2</sub> om året. Det svarer til, hvad 24.000 danskere udleder på et år.

### Den blå biomasse

Rapporten fra Fødevareministeriet beskæftiger sig ikke med biomasse fra skovbruget eller den såkaldte blå bio-

masse fra havet. Sidstnævnte bliver praktisk taget ikke anvendt til energiproduktion, men flere forskere peger på, at biomasse fra verdenshavene rummer betydelige ressourcer, som på sigt vil kunne give et væsentligt bidrag til energiforsyningen. Samtidig har den blå biomasse sit eget kredsløb, hvorimod der ofte er en tæt forbindelse mellem biomasseproduktionen fra landbruget og skovbruget. Det giver således ikke megen mening at øge produktionen af bioenergi fra landbruget, hvis det sker på bekostning af skovarealet, hvilket ofte er tilfældet i den tredje verden.

Ifølge FAO har den vestlige verden tilplantet 8,8 millioner hektar med skov i perioden 1990 – 1995, men i samme periode er skovarealet i den tredje verden reduceret med godt 65 millioner hektar. Det sker typisk, fordi de enkelte lande ønsker at øge produktionen af landbrugsafgrøder. Et eksempel er Brasilien, der har tredoblet landbrugsarealet over de seneste 30 år – primært for at kunne tilgodese den øgede efterspørgsel på bioethanol.

– Skovrydningen i den tredje verden er et stort problem, men vi skal passe på ikke at blive alt for skinhellige i den vestlige verden, siger Uffe Jørgensen. Han er helt på det rene med, at man bliver nødt til at inddrage den tredje verden i planerne om at begrænse drivhuseffekten, men advarer mod at man stiller urealistiske krav. ■

### Fakta om flerårige afgrøder

Der er mange gode grunde til at vælge flerårige afgrøder. I forhold til en-årige afgrøder som korn og raps giver flerårige afgrøder således:

- 70 procent mindre nitratudvaskningen
- 60 procent mindre forbrug af pesticider
- 60 procent større reduktion af drivhusgasser

# Græs er ægte grøn energi

foto: det jordbrugsvidenskabelige fakultet, århus universitet

*– kan fordoble produktionen af biogas*

Græs fra engarealer kan mere end fordoble produktionen af biogas, og energibalancen er markant bedre end ved traditionelle landbrugsafgrøder som majs og korn. Samtidig får man fjernet næringsstofferne fra de følsomme områder, og man undgår, at arealet ender med at blive til skov.

*Af Henrik Bjarne Møller og Lisbeth Nielsen*

Der er en stigende interesse for at anvende energiafgrøder i biogasanlæg for på den måde at øge tørstofindholdet og sætte skub i gasproduktionen. Samtidigt er der et stigende areal med vedvarende græs, der ikke længere bliver afgræsset og som har behov for pleje, så områderne ikke ender med at blive til skov.

Hvis græsset bliver høstet jævnlige, kan der fjernes betydelige mængder næringsstoffer fra miljøfølsomme områder, og der kan således opnås flere fordele ved at sammentænke naturpleje og energiproduktion. Der er imidlertid mange ubesvarede spørgsmål om økonomi, udbytte og en hensigtsmæssig driftsstrategi, hvilket er bag-

*Seniorforsker Henrik B. Møller ved en af de parceller, hvor Århus Universitet udfører forsøg med at udnytte afgrøder fra engarealer.*

grunden for et projekt ved Århus Universitet med deltagelse af Danmarks Miljøundersøgelser, DTU-Risø, Brandstrup Consult og virksomheden Natlan.

I projektet har der blandt andet været gennemført en række praktiske forsøg på engarealerne ved Fussingø i 2006 og 2007, hvor følgende driftsstrategier blev undersøgt:

- A. Tidlig høst den 10. juni, hvorefter arealet blev afgræsset.
- B. Sen høst den 15. juli, hvorefter arealet blev afgræsset.
- C. Tidlig høst den 10. juni og høst igen den 25. august.
- D. Sen høst den 15. juli og høst igen den 15. september.
- E. Tidlig høst og tilførsel af kaliumvinasse, der er et biprodukt fra produktion af sprit og gær, og som er godkendt af Plantedirektoratet til økologisk jordbrug. Arealet fik tilført cirka 115 kg kalium/hektar og cirka 3 kg kvælstof/hektar.

Disse driftsstrategier er sammenlignet med parceller, hvor græsset ikke er høstet, og parceller, hvor området er afgræsset.

## Biogasudbytte

Høststrategierne blev analyseret i små parceller på 140 – 365 m<sup>2</sup>, idet størrelsen afhang af, om der var tale om ren høst, afgræsning eller en kombination af begge dele. I de strategier, hvor området blev afgræsset efter høst, udgjorde parcellerne en del af et større afgræsningsareal.

Græsset fra de enkelte parceller blev høstet, vejat og fjernet. Derefter blev der udtaget prøver for at bestemme biogasudbyttet og den kemiske sammensætning.

I figur 1 er det vist, hvor stor en procentdel af det teoretiske biogasudbytte, der kan opnås ved 90 dages udvådning i en forsøgsreaktor, hvor biomassen afgasses portionsvis. Heraf fremgår det, at næsten alle strategierne giver et udbytte på over 50 procent. Generelt har der været en tendens til en lidt lavere omsætning af biomassen i 2007, og ved at udskyde første høst fra juni til juli blev omsætningen reduceret med mere end 20 procent.

Resultaterne skal blandt andet vurderes i forhold til, at majsensilage, der er høstet optimalt, i praksis giver et

udbytte på 85 – 90 procent af det teoretisk mulige gasudbytte. Selv om niveauet således er betydeligt lavere end for majs, vurderes det alligevel, at de fleste biogasanlæg vil være interesseret i at aftage græsset, så længe afregningsprisen afspejler det lavere udbytte.

### God energibalance

For at kunne vurdere økonomien ved anvendelse af græs i biogasanlæg er det vigtigt at se på det samlede energiudbytte, og her viser det sig, at der er en betydelig forskel på de enkelte strategier (se figur 2). Gødsning med kalium i form af vinasse har således en særdeles gunstig effekt på energipotentialt, idet udbyttet i grove træk bliver fordoblet i forhold til arealer, der ikke har fået tilført kalium. Forskellen på udbyttet fra de to lokaliteter ved strategi D kan forklares med et forskelligt indhold af næringsstoffer i jorden.

De parceller, der blev gødet med kalium, har et biogasudbytte, der er sammenligneligt med intensivt dyrkede majsmarker, og hvad der er mindst lige så interessant er, at de har en langt bedre energibalance. Dyrkning af enggræs med tilførsel af kalium giver således en dobbelt så god energibalance som dyrkning af majs. Det skyldes, at tilførslen af energi i form af markarbejde og kunstgødning er



foto: det Jordbrugsvidenskabelige fakultet, Århus universitet

langt mindre for enggræs end for majs. Samtidig kan produktion af energi fra engarealer ske uden at reducere fødevareproduktionen, eftersom en stor del af arealerne i dag ligger ubenyttet hen.

### Godt for miljøet

Udover de energimæssige aspekter har projektet haft til formål at belyse muligheden for at fjerne næringsstoffer fra områderne. Nogle arealer har et højt indhold af kvælstof og fosfor, som blandt andet stammer fra dyrkede landbrugsarealer. Ved at høste biomassen kan næringsstofferne fjernes, så de ikke skader vandmiljøet.

Græsset fra de enkelte parceller blev vejret, hvorefter der blev udtaget prøver for at bestemme biogasudbyttet, og den kemiske sammensætning.

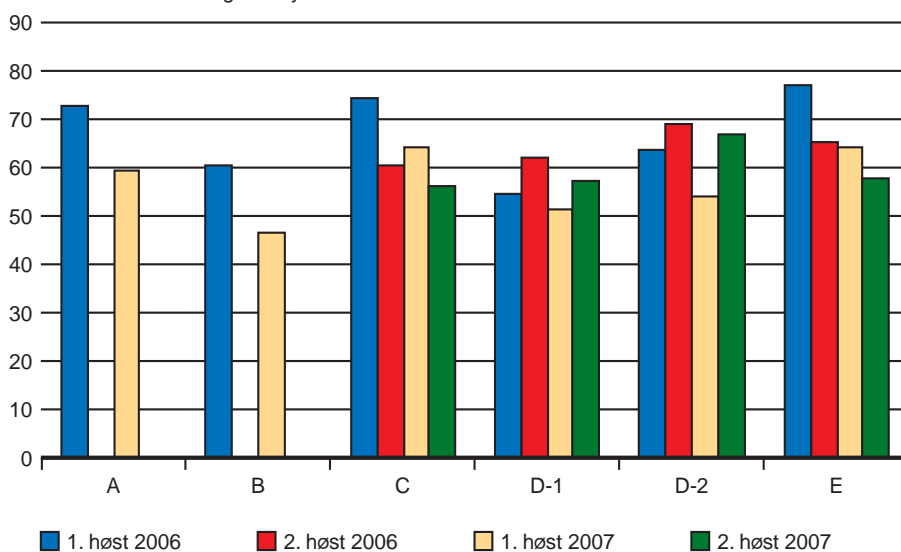
Forsøgene ved Fussingø viser, at der kan fjernes betydelige mængder kvælstof med biomassen (se figur 3). Hvis der tilføres kalium i form af vinasse, kan der fjernes op mod 200 kg kvælstof per hektar om året, mens der uden tilførsel af kalium maksimalt kan fjernes 150 kg kvælstof per hektar.

Mængden af fosfor, der hvert år kan fjernes ved at høste græsset to gange, ligger på 10 – 20 kg fosfor per hektar årligt, hvor den største reduktion opnås for de arealer, der er gødet med kalium. Til sammenligning bliver der ved afgræsning uden tilførsel af kalium fjernet cirka 8 kg kvælstof og 2 kg fosfor per hektar. Arealerne bliver således rensset langt mere effektivt for næringsstoffer ved at høste græsset end ved afgræsning.

### Dobbelt så meget biogas

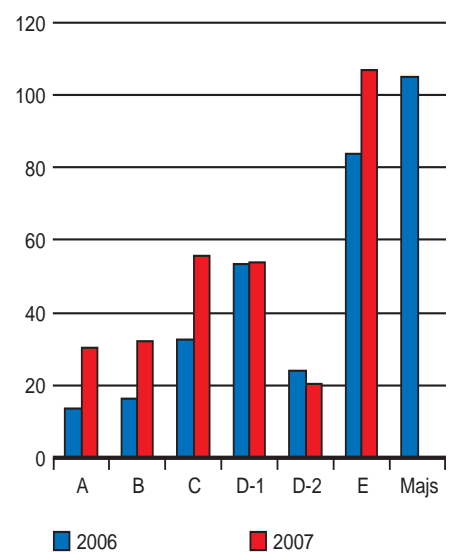
I Danmark er der 102.000 hektar ferske enge, der er udpeget som såkaldte § 3 arealer efter Naturbeskyttelsesloven – det vil sige arealer, hvor naturen skal bevares, som den er. Derudover findes der en del områder ved

Procent af teoretisk biogasudbytte



Figur 1. Biogasudbytte for græs ved 90 dages mesofil udrådning i en forsøgsreaktor, hvor biomassen afgasses portionsvis. Udbyttet er angivet som procent af det teoretisk mulige biogasudbytte på 430 liter metangas per kg organisk tørstof. For strategi D er udbyttet registreret for to forskellige lokaliteter.

GJ/hektar



Figur 2. Energiproduktion fra biogas produceret på basis af henholdsvis græs og majs. Energiforbruget til gødning og markarbejde er trukket fra.

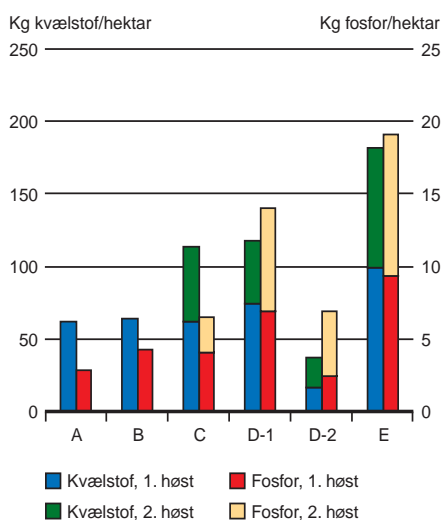
foto: det jordbrugsvidenskabelige fakultet, århus universitet



Høst og indsamling af græs fra engarealerne ved Fussingø.

► ådale, der nu er braklagt, og hvor man formentlig vil kunne høste græsset til produktion af biogas. Endelig er der en række arealer ved for eksempel strandenge, hvor det ligeledes vil være hensigtsmæssigt at anvende biomassen til energiproduktion.

Det er vanskeligt at fastslå nøjagtigt hvor store arealer, der vil kunne anvendes til høst af biomasse, men et realistisk bud vil være omkring 100.000 hektar. Hvis det antages, at der kan høstes to gange om året med et samlet energiudbytte på 50 GJ/hektar, vil der kunne produceres 5 PJ biogas om året på disse arealer. Det er mere end den nuværende biogasproduktion fra landbrug, rensningsanlæg og lossepladser, der sammenlagt er på cirka 4 PJ om året.



Figur 3. Fjernelse af kvælstof og fosfor fra vedvarende græs på engarealer ved forskellige driftsstrategier.

Biomasse fra engarealer vil således være et effektivt middel til at reducere CO<sub>2</sub>-udslippet uden at beslaglægge arealer, der anvendes til produktion af fødevarer. Samtidig vil der kunne fjernes betydelige mængder næringsstoffer fra naturfølsomme områder, ligesom næringsstofferne vil kunne erstatte handelsgødning eller være med til at muliggøre drift af økologisk planteavl, der i dag er afhængig af konventionel husdyrgødning.

Det er imidlertid kun hensigtsmæssigt at tilføre kaliumvinasse til enge med et relativt højt indhold af kvælstof og fosfor i jorden, ligesom det naturligvis er vigtigt, at der ikke gødes på arealer med høj botanisk naturkvalitet.

Tilbage står en række uafklarede spørgsmål om, hvordan det i praksis er muligt at gøre biomasse fra engarealer tilgængelig for biogasanlæg. Det drejer sig blandt andet om, hvordan høst, lagring og transport bedst kan tilrettelægges, og hvordan afregningsforholdene skal være for biomassen. Flere af disse spørgsmål vil blive forsøgt afklaret i projektets sidste fase.

*Henrik Bjarne Møller er seniorforsker på Det Jordbrugsvidenskabelige fakultet ved Århus Universitet, mens Lisbeth Nielsen er konsulent hos Natlan ved Agro Business Park. Projektet er udført med støtte fra et innovationsprojekt og et økologisk projekt (BioConcens) bevilget af Fødevarerministeriet.*

## USA vil have bilerne til at køre på græs

**Græs kan forbedre miljøregnskabet for biobrændstoffer markant, viser et nyt stort forskningsprojekt i USA.**

Det har været nævnt før, men nu skulle det være ganske vist: Præriegræs (switchgrass), anvendt til fremstilling af ethanol, giver fem gange så meget energi tilbage, som der bliver brugt på dyrkning, mens for eksempel majs kun giver cirka 25 procent mere energi, end produktionen kræver. Det er resultatet af et stort forskningsprojekt i USA, der er baseret på konkrete tal fra ti farmere, som har høstet præriegræs på deres marginaljorde. Tidligere undersøgelser har peget i samme retning, men det er første gang man har valgt at basere resultaterne på praktiske forsøg over fem år hos en gruppe landmænd.

Græs kan således give bioethanol et bedre image, og med de stigende priser på korn og majs kan det også vise sig at blive en god forretning – især hvis man bruger lidt energi på at forædle de forskellige sorter, så de kan give et højere udbytte. Det er et område, der stort set ikke har været arbejdet med til forskel fra for eksempel korn og majs, hvor udbyttet er steget markant gennem de sidste 40 – 50 år.

Græs giver i dag et noget lavere udbytte end majs, men da energiforbruget til etablering, gødning og høst er minimalt, ender det med en fin energiøkonomi og et flot miljøregnskab for græs.

Amerikanske livscyklusanalyser viser, at hvis man bruger græs til fremstilling af ethanol, kan man reducere CO<sub>2</sub>-udslippet med helt op til 94 procent i forhold til at bruge fossile brændsler.

Præriegræs kan ikke trives i det danske klima, og den amerikanske undersøgelse viser også, at der er betydelig forskel på udbyttet afhængigt af, hvor græsset er høstet.

*Kilde: Tidsskriftet "Proceedings of the National Academy of Sciences".*

Et forskningsprojekt under ledelse af Teknologisk Institut skal nu undersøge, om det er praktisk og økonomisk muligt at udnytte det enorme biomassepotentiale i søsalat. Det ideelle vil være, hvis man på én gang kan producere biomasse, aftage CO<sub>2</sub> fra kraftværkerne og gylle fra landbruget.

foto: michael bo rasmussen, dmu



## Algesuppe kan blive fremtidens brændstof

Af Torben Skøtt

I debatten om hvor store biomasse-ressourcer vi kan anvende til energi, er der dukket et nyt begreb op: Blå biomasse eller marin biomasse, som det også kaldes. Det er i princippet alt levende fra havet, blot det indeholder organisk bundet kulstof. I udlandet er der især fokus på mikroalger, mens forskerne herhjemme er mere optaget af makroalger som for eksempel søsalat.

Den blå biomasse er yderst interessant af flere årsager: For det første er potentialet enormt, for det andet er der ikke nogen konflikt mellem produktion af fødevarer og energi, og for det tredje er der mulighed for at udnytte overskydende næringsstoffer fra landbruget og CO<sub>2</sub> fra kraftværkernes røggas.

Det er naturligvis heller ikke helt enkelt. De praktiske problemer kan vise sig at være betydelige, og på nuværende tidspunkt kan det være svært at gisne om, hvornår de første anlæg kan stå klar.

For knap et år siden præsenterede Michael Bo Rasmussen fra Danmarks Miljøundersøgelser ideen om at bruge søsalat til energiproduktion, og for nylig bevilgede Energinet.dk 8,5 millioner kroner til et konsortium, der skal undersøge fænomenet nærmere.

– Vi skal have styr på de enkelte processer, så vi opnår en konstant høj vækst, siger biolog Peter Daugbjerg fra Teknologisk Institut. Han er udnævnt som projektleder og skal i de kommende år arbejde tæt sammen med forskere fra Danmarks Miljøun-

dersøgelser, Risø, og Dong Energy for at finde ud af, om det er praktisk og økonomisk muligt at udnytte det alternative biomassepotentiale.

### Brug CO<sub>2</sub> og gylle

Søsalat fordobler sin vækst i løbet af 2 – 3 dage. Tilførsel af næringsstoffer og CO<sub>2</sub> speeder væksten op, mens kulde og mangel på lys omvendt reducerer væksten. Hos Danmarks Miljøundersøgelser skal man nu i gang med en række laboratorieforsøg for at finde ud af, hvordan man kan optimere processen og overføre resultaterne til større skala. Det ideelle vil være, hvis man på én gang kan produ-

cere enorme mængder biomasse, aftage CO<sub>2</sub> fra kraftværkerne og hjælpe landbruget af med noget af den overskydende gylle.

I det hele taget er det oplagt at producere alger i tilknytning til kraftværker, da værkerne både vil kunne levere overskydende varme og CO<sub>2</sub> og måske endda bruge noget af biomassen som brændsel i stedet for kul.

### Andre erfaringer

I udlandet findes der en del forskningsprojekter om anvendelse af alger til energiformål, men her er det især mikroalger til produktion af biodiesel, man har fokus på. Shell er således i gang med at bygge et pilotanlæg på Hawaii, og på [www.greenfuelonline.com](http://www.greenfuelonline.com) kan man følge en række interessante forsøg med at udnytte CO<sub>2</sub> fra kraftværker til at forøge væksten af mikroalger.

Herhjemme har Højbogaard Biogas helt tilbage i 1983 udført forsøg med at udnytte søsalat fra Odense Fjord, og for nogle år siden fik Thorsø Biogas i en periode tilført ålegræs fra Nørreåen. Det blev dog hurtigt opgivet, da der var en del praktiske problemer, herunder forskellige fremmedlegemer i biomassen, og tørstofindholdet var alt for lavt til, at det gav noget bidrag af betydning.

I 1998 lavede PlanEnergi en litteraturundersøgelse om alger for Energistyrelsen. Studiet rummer en række interessante oplysninger om historisk brug af alger, ligesom en række praktiske forsøg med at høste alger i Odense Fjord er omtalt. ■

## EnergiForsk2008

12. juni 2008 kl. 9.30  
Ingeniørhuset i København

Energiforskningsprogrammerne afholder konference 12. juni 2008 kl. 9.30 i Ingeniørhuset, København, hvor opnåede resultater præsenteres. Årets temaer bliver:

- Transport og energi
- Styring regulering, Intelligent elforbrug
- Energimaterialer
- Komfort i boliger og bygninger

Konferencen er et samarbejde mellem Energistyrelsen, Det Strategiske Forskningsråd, Dansk Energi og Energinet.dk.

Tilmelding til konferencen sker via [www.danskenergi.dk](http://www.danskenergi.dk)

*Gosmer Biogas har altid gået sine egne veje. Enkle og driftsikre anlæg, baseret på forgasning af husdyrgødning, har været virksomhedens varemærke, men nu vil man have integreret produktionen af biogas med naturlig gylleseparering og afgang af fiberfraktionen. Billedet viser et af firmaets biogasanlæg, opført hos Korinth Landbrugsskole på Fyn.*



foto: torben skøtt/biopress

## Gårdbiogas med ny teknik til gylleseparering

Fremtidens gårdbiogasanlæg skal ikke kun producere gas. De skal også være i stand til at separere gyllen og omdanne den faste fraktion til energi. Det er filosofien bag et nyt koncept for gårdbiogasanlæg, som Gosmer Biogas har fået støtte til at færdigudvikle.

*Af Torben Skøtt*

Fødevarerministeriet og EU ser gerne flere gårdbiogasanlæg i landdistrikterne. Derfor har de for nylig bevilget 550.000 kroner til landsbyen Gosmer i Østjylland, hvor et spændende udviklingsprojekt er sat i gang. Det er det eneste udviklingsprojekt, som Fødevarerministeriet har udvalgt med tilstrækkelig nyhedsværdi til støtte fra Landdistriktsprogrammet.

Bag projektet står Gosmer Biogas Aps. Selskabet blev oprettet i 1992 af en gruppe svineproducenter, en el-installatør og ikke mindst en kreativ smedemester, Jens Pedersen, der igennem en årrække har arbejdet med udvikling af enkle og stabile gårdbiogasanlæg. Gennem årene er det blevet til talrige opfindelser, hvor der især har været fokus på at forenkle teknologien og dermed skabe så stabile og driftsikre anlæg som muligt.

Til forskel fra andre leverandører har Gosmer Biogas aldrig forsøgt at optimere gasproduktionen ved at tilføje affald udefra. Selskabet har altid betragtet biogasanlæggene som rene miljøanlæg, der skal dække gårdens eget energiforbrug ved hjælp af husdyrgødning, eventuelt suppleret med begrænsede mængder energiafgrøder.

Det første anlæg blev etableret med tilhørende kraftvarmeanlæg, men Jens

Pedersen måtte hurtigt erkende, at indtægterne fra salg af el slet ikke stod mål med de betydelige driftsomkostninger, der var ved at holde gasmotorerne i gang. De efterfølgende anlæg er derfor kun udstyret med et gasfyr, ligesom antallet af pumper, ventiler og omrører er skåret ned til et absolut minimum.

### Naturlig separation

Det nye anlæg, Gosmer Biogas skal i gang med at udvikle, skal imidlertid ikke kun producere gas. Det skal også være i stand til at separere den afgassede gylle, så landmanden kan nøjes med at bringe den tynde fraktion ud på markerne. Derved reduceres kravene til hvor meget jord, der skal høre til den enkelte ejendom, og det giver mulighed for at udvide produktionen af husdyr. Samtidig kan den faste fiberfraktion anvendes til energiproduktion, enten ved afbrænding i et stokerfyr eller ved at udnytte fibrene i et anlæg til termisk forgasning.

– Det hele bliver lidt mere kompliceret, men i dag må vi erkende, at landmændene primært er interesserede i at få separeret gyllen, mens produktionen af biogas kommer i anden række, fortæller Jens Pedersen. Han vil dog fortsat bestræbe sig på at vælge så enkle løsninger som muligt, og



foto: torben skøtt/biopress

*Smedemester Jens Pedersen (til venstre) sammen med formanden for Gosmer Biogas, gårdejer Svend Åge Pedersen.*



derfor skal gyllen, som noget helt nyt, adskilles via naturlig separation.

– Der bliver hverken brug for kemikalier, centrifuger eller andet kostbart isenkram. Vores anlæg har en opbygning, så separationen kan foregå ad naturlig vej via bundfældning, forklarer Jens Pedersen.

Systemet bliver i de kommende måneder testet på virksomhedens forsøgsanlæg i Gosmer, og går alt efter planen, skal det integreres i et nyt anlæg, som Gosmer Biogas er ved at opføre ved Malling syd for Århus.

### Afbrænding eller forgasning

Næste fase bliver udnyttelse af den faste fraktion til energi. Det skal i første omgang ske ved at brænde fiberdelen af i et stokerfyr, men på lidt længere sigt har folkene i Gosmer planer om at udnytte fibre i et termisk forgasningsanlæg.

– Rent teknisk kan det fint lade sig gøre, og da gas på mange måder er mere værd end varme, vil det på sigt være den helt rigtige løsning, forklarer Jens Pedersen.

Med den ekstra gasproduktion bliver det samtidig mere interessant at udnytte gassen til kraftvarme, og efter at elafregningsprisen for nylig blev hævet med knap 15 øre/kWh, er Jens Pedersen også blevet mere indstillet på, at anlæggene skal kunne producere el.

– Det er ikke nogen guldgrube, men det ser fornuftigt ud, og elproduktionen kan være med til at gøre landbruget til en ægte grøn virksomhed, siger Jens Pedersen. Han forventer, at anlægget til afbrænding af fibre kan blive testet i løbet af sommermånederne, og først derefter vil man begynde at fokusere på forgasning af fiberfraktionen.

Ud over anlægget i Malling arbejder Gosmer Biogas på at få solgt et anlæg til en landmand ved Sorø, men ifølge Jens Pedersen er det svært at få etableret biogasanlæg i Danmark, fordi kommunerne står meget famlende over for, hvordan de skal gribe sagerne an.

Gosmer Biogas har tidligere leveret biogasanlæg til Polen, og man forhandler for tiden om et anlæg til en stor svinefarm i Vietnam, der har over 14.000 søer med smågrise. ■

## 50 millioner til biobrændstoffer



Foto: torben skøtt/biopress

Energistyrelsen har for nylig bevilget 50 millioner kroner til to projekter, der skal gøre det muligt at producere ethanol på basis af affald og restprodukter fra landbruget. Midlerne stammer fra Globaliseringspuljen, hvor der i alt er afsat 200 millioner kroner til demonstration af 2. generations biobrændstoffer.

Det bliver Biogasols projekt på Bornholm og DONG Energys projekt ved Kalundborg, der kommer til at dele de første 50 millioner kroner af den samlede pulje på 200 millioner, som over en periode på fire år skal uddeles til biobrændstoffer fra Globaliseringsmidlerne. Biogasol får 27,5 millioner, mens de resterende 22,5 millioner går til DONG Energy

BioGasols projekt, der har fået navnet BornBiofuel, skal stå klart allerede sidst på året og være fuldt udbygget til klimatopmødet i 2009. Der bliver tale om et fleksibelt anlæg, som kan forarbejde restprodukter fra landbruget, haveaffald, halm og græs til bioethanol, biogas og brændelsespiller. Anlægget bliver selvforsynende med energi, ligesom der bliver etableret et lukket system, som kan genanvende procesvandet.

– BioGasol har udviklet verdensførende teknologier inden for 2. generations bioethanol, og udviklingen går nu ind i næste fase, siger direktør for BioGasol, professor Birgitte K. Ahring. Hun er glad for pengene, men

*Udviklingen af IBUS-projektet, som DONG Energy står bag, går nu ind i næste fase med etablering af et demonstrationsanlæg i Kalundborg.*

havde gerne set en større bevilling, så man kunne have nået lidt længere. Anlægget på Bornholm kommer nemlig til at koste omkring 275 millioner kroner, så Biogasol skal ud at skaffe yderligere midler for at kunne fuldføre det ambitiøse projekt.

### Anlæg ved Asnæsværket

Det andet projekt, som DONG Energy står for, drejer sig om et demonstrationsanlæg i Kalundborg til produktion af 2. generations bioethanol, og ligesom hos Biogasol skal det hele stå klar til klimatopmødet i 2009.

Anlægget, der bliver opført i samarbejde med Statoil, Danisco og Ag-BioEnergy, placeres i tilknytning til Asnæsværket. Her skal der årligt produceres 17.600 m<sup>3</sup> bioethanol, 24.000 tons dyrefoder og 10.500 tons fast biobrændsel. Råvarerne bliver 30.000 tons halm og 30.000 tons foderhvede.

Danisco Genencor skal forsyne anlægget med enzymer, og DONG Energy forventer at afsætte ethanolen til Statoils raffinaderi i Kalundborg. Her skal det bruges til fremstilling af Bio95, der består af 95 procent benzin og 5 procent ethanol. Den faste biofraktion fra processen kan DONG bruge på Asnæsværket til produktion af el og varme, som efterfølgende kan anvendes i bioetholanlægget. Derved bliver ethanolprocessen selvforsynende med energi. TS

## DONG: Vi har brug for bioraffinaderier

Den voldsomme kritik, der igennem de senere år er haglet ned over biobrændstofferne, får på ingen måde DONG Energy til at ryste på hånden. Her er man overbevist om, at vi får brug for moderne bioraffinaderier, der kan udnytte biomassen til en lang række forskellige formål.

Af Torben Skøtt

– Opbygningen af biomasse gennem fotosyntese er en enestående proces, hvor naturen er i stand til at skabe en lang række komplicerede stoffer. Det er på mange måder synd at ødelægge det hele ved blot at sætte en tændstik til, og det giver ikke en optimal udnyttelse af ressourcerne. Det sagde Niels Henriksen fra DONG Energy på et seminar for energijournalister sidst i februar. Han er forretningsudvikler hos DONG og er for nylig blevet direktør for datterselskabet Inbicon, som skal videreudvikle og kommercialisere IBUS-teknologien.

IBUS står for **I**ntegrated **B**iomass **U**tutilisation **S**ystem, og det er netop, hvad det handler om. Det er ikke kun et anlæg, der kan bruges til produktion af bioethanol. Det er et koncept, hvor alle dele af biomassen kan udnyttes effektivt til en lang række forskellige formål.

– Vores kerneekspertise er forbehandling af biomasse. I første omgang koncentrerer vi os om halm, men planen er at udvikle det til alle mulige typer biomasse og affald, fortalte Niels Henriksen.

### Tre fraktioner

Første fase i forbehandlingen går ud på at koge materialet under højt tryk. Derefter tilsættes enzymer, der i princippet fungerer som små ”nano-sakse”, der opdeler materialet i tre fraktioner: cellulose, hemicellulose og lignin.

Cellulosen er den fraktion, der lettest kan omdannes til ethanol ved at tilsætte enzymer og gær. Hemicellulosen kan også omdannes til ethanol med de rette enzymer og mikroorganismer,



foto: torben skøtt/biopress

*Direktør for Inbicon viser IBUS-anlægget i Skærbæk frem for Foreningen af Energi- og Miljøjournalister. Det nye anlæg bliver placeret i Kalundborg.*

men det er lidt mere kompliceret, og det er ikke et område, som folkene hos Inbicon vil bruge mange kræfter på. I stedet vil de invitere forskningsinstitutioner, som har erfaringer på området, til at teste deres organismer på anlægget i Kalundborg.

Endelig er der ligninen, der kan bruges som brændsel. Her er opgaven at få skabt en ren fraktion uden alkalisalte, så brændslet kan bruges i større stil på de eksisterende kraftværker. I dag kan man kun erstatte op til ti procent af kullene med halm, men ved at anvende et mere ”rent” biobrændsel vil mængden af halm på kraftværkerne kunne øges markant, og man vil kunne bruge brændslet på de nye højeffektive værker.

### Stærke partnere

– I dag er der meget fokus på bioethanol, men grundlæggende drejer det sig om en mere fornuftig udnyttelse af

	Input	Output
Halm	57,6 GJ	
Ethanol		16,0 GJ
Foder		15,0 GJ
Brændsel		10,1 GJ

*Energibalancen for demonstrationsanlægget i Kalundborg, der vil kunne behandle 4 tons halm/timen, svarende til 57,6 GJ. Det samlede udbytte bliver på 41,1 GJ/timen, hvilket giver en energi-effektivitet på lidt over 71 procent.*

vores ressourcer gennem avanceret teknologi. Når vi har styr på forbehandlingen, kan vi begynde at bygge forskellige ”klodser” på systemet. Bioethanol er kun én ud af mange muligheder. Vi kan også lave brændsel, foder, gødning og på længere sigt grøn kemi, hvor man kan fremstille plasticposer, tøj og mange andre andre produkter.

– Det kræver nogle stærke partnerskaber at få det hele til at gå op i en højere enhed, men heldigvis har vi Danmark en lang række virksomheder og forskningsinstitutioner, som kan være med til at løfte opgaven, sagde Niels Henriksen.

Han lægger ikke skjul på, at i dag findes de store perspektiver i udlandet, hvor kraftværkerne ofte har en samlet virkningsgrad på omkring 35 procent, fordi man ikke udnytter spildvarmen. Ved at kombinere produktionen af el med produktionen af brændstof og foder kan virkningsgraden komme op på lidt over 70 procent eller nogenlunde det samme, som gælder for et kraftvarmeværk.

– Perspektiverne i IBUS-konceptet er langt større end i kraftvarmeteknologien, fordi det er mere værd at kunne lave brændstof end at producere varmt vand. I takt med at vi bliver bedre til at isolere boligerne og finder alternative opvarmningsformer, bliver kraftvarmefordelen mindre, og det vil skærpe interessen for IBUS-konceptet, pointerede Niels Henriksen. ■

## DONG: Afgifterne er den største barriere

Energiafgifterne er en kæmpe barriere, når det gælder om at udvikle 2. generations biobrændstoffer. Afgiftslettelsen på ethanol er nemlig marginal i forhold til den afgiftslettelse, man får for at producere varmt vand.

*Af Torben Skøtt*

– Det hænger ganske enkelt ikke sammen. På den ene side afsætter man 200 millioner kroner til at fremme 2. generations bioethanol, og på den anden side bibeholder man et afgiftssystem, som gør det betydeligt mere attraktivt at producere varmt vand end at lave biobrændstoffer.

Ordene kommer fra Knud Pedersen, Vice President i DONG Energy og tidligere vicedirektør i Energistyrelsen. På et seminar for energijournalister sidst i februar lagde han ikke skjul på, at det nuværende afgiftssystem gør det meget vanskeligt at få udnyttet resultaterne fra forskningen i biobrændstoffer i Danmark

– Det er vigtigt, at vi får skabt en forståelse for den problemstilling. Hvis politikerne mener, at resultaterne fra energiforskningen skal udnyttes her i landet, er man nødt til at skabe nogle incitament, der kan få virksomhederne til at investere i teknologien, sagde Knud Pedersen.

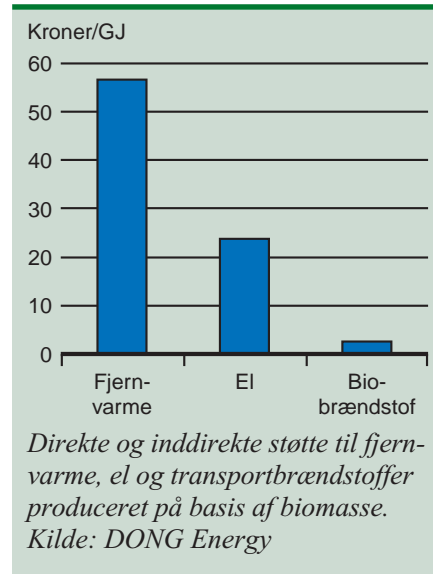
Han var også betænkelig ved, at politikerne er begyndt at ”politiser” tek-

nologien, som han udtrykte det med henvisning til, at man i dag øremærker beløb til bestemte teknologier.

– Politikerne bør fokusere på, hvad det er for overordnede mål, man vil nå, og skabe de nødvendige rammebetingelser – resten bør overlades til forskerne og industrien, sagde Knud Pedersen.

Ifølge DONG's beregninger svarer afgiftsfritagelsen på biomassebaseret fjernvarme til et indirekte tilskud på godt 56 kroner/GJ. Ved produktion af el er tilskuddet på knap 24 kroner/GJ, mens det for biobrændstoffer er helt nede på 2,50 kroner/GJ.

Forskellen skyldes forskellige regler, afhængigt af om der er tale om varme, el eller biobrændstoffer. Biomassebaseret fjernvarme er helt fritaget for afgifter. Der er afgifter på elproduktionen fra biomasse, men her kan man til gengæld modregne et direkte tilskud per kWh og en indirekte støtte gennem fritagelse for køb af CO<sub>2</sub>-kvoter. Bioethanol er fritaget for CO<sub>2</sub>-afgiften på 22 øre/liter, men der skal betales energiafgift på ikke mindre end 3,85 kroner/liter. ■



## USA vil bruge dansk teknologi

Danske BioGasol har i et konsortium med den amerikanske ethanolproducent Pacific Ethanol modtaget en bevilling på 24,3 millioner dollar fra den amerikanske energistyrelse.

BioGasols teknologi skal nu demonstreres i tilknytning til en allerede eksisterende ethanolfabrik, der ejes og drives af selskabet Pacific Ethanol i byen Boardman i staten Oregon på den amerikanske vestkyst. Dermed bliver fabrikken i Boardman den første ethanolfabrik i det nordvestlige USA, der kan producere ethanol af celluloseholdige biomasser. Den årlige produktion på demonstrationsanlægget bliver på 10 millioner liter. Foruden ethanol skal der produceres 10.000 tons brændselspiller om året, ligesom der vil blive produceret biogas til at drive det samlede anlæg.

BioGasols administrerende direktør, professor Birgitte Ahring, kalder bevillingen fra DOE en kolossal, international anerkendelse af BioGasols teknologi.

– Projektet er et vigtigt skridt i kommercialiseringen af vores teknologi i USA, hvor det store marked for 2. generations bioethanol findes. Vi forventer at kunne producere ethanol til en pris på omkring en dollar per gallon, svarende til 1,37 kroner per liter. Når teknologien er fuldt modnet, kan vi producere ethanol til priser, der er konkurrencedygtige med både olie-baserede transportbrændsler og andre nye flydende biobrændstoffer, siger direktøren.

Pacific Ethanol er den største ethanolproducent på den amerikanske vestkyst. Selskabet driver to ethanolfabrikker i Californien og Oregon og har to nye fabrikker under konstruktion. TS

## Ethanol uden enzymer

Den amerikanske virksomhed Coskata har opfundet en ny metode, der gør det muligt at producere ethanol på basis af affald uden brug af enzymer. Biomassen skal heller ikke forbehandles, men blot gennemgå en tre-trins proces, der blandt andet indebærer anvendelse af mikroorganismer.

Ifølge en pressemeddelelse fra virksomheden koster det kun en dollar at producere en gallon bioethanol, svarende til 1,28 kroner per liter. Det er langt mindre end produktionsprisen på benzin, der i dag er på 3,20 kroner per liter.

Coskata hævder, at deres teknologi kan levere næsten otte gange så meget energi retur, som der bliver brugt til processen. Derudover vil udslippet af drivhusgasser blive reduceret med 84 procent i forhold til almindelig benzin.

*Kilde: www.coskata.com.*

*Flishugst i Klosterhede Plantage mellem Lemvig og Struer. Der er især de lette sandjorde i Vestjylland, der lider under, at man fjerner næring i form af flis fra skovbunden. Et nyt PSO-projekt skal nu klarlægge, hvordan man kan bevare et bæredygtigt skovbrug, samtidig med at man bruger store mængder flis til energiproduktion.*

foto: torben skøtt/biopress



## Flishugst må ikke ødelægge skoven

Det er ikke tilstrækkeligt at anvende CO<sub>2</sub>-neutrale brændsler som flis til energiproduktion. Hvis der skal være tale om ægte vedvarende energi, er det nødvendigt at recirkulere næringsstofferne, så skovens økosystem ikke lider overlast.

*Af Torben Skøtt*

Mængden af skovflis, der anvendes til energiproduktion, har været støt stigende gennem de seneste år, og med det nye energiforlig er der intet, som tyder på, at den udvikling stopper foreløbig.

Det er på mange måder godt for miljøet, men det er ikke altid godt for skovens økosystem. Når man fjerner flis fra skovene, fjerner man samtidig en række næringsstoffer, så der er en betydelig risiko for, at man på længere sigt udpiner jorden og gør det vanskeligt for kommende generationer at bevare en sund og frugtbar skov.

– Skræks scenariet er, at vi på et tidspunkt får mindre skov, fordi vi i vores iver for at skaffe CO<sub>2</sub>-neutrale brændsler driver rovdrift på skovens ressourcer, siger seniorforsker Morten Ingerslev fra Skov & Landskab. Han er i øjeblikket ved at undersøge, hvor-

dan man kan bevare et bæredygtigt skovbrug, samtidig med at man bruger store mængder flis til energiproduktion.

### Asken skal tilbage til skoven

Løsningen kan bestå i at føre asken fra de flisfyrede værker tilbage til skoven. I dag bliver hovedparten af asken deponeret, men i Thy Statskovdistrikt har man i en årrække kørt forsøg med at sprede asken ud i skoven, og erfaringerne herfra er så positive, at man nu vil forsøge at udbrede systemet til andre dele af landet.

– Den største hindring er faktisk lovgivningen, forklarer Morten Ingerslev. Udspredelse af aske skal foregå efter den såkaldte ”Bioaskebekendtgørelse”, og her er der strenge regler for, hvor meget aske der må spredes ud på et givent areal. Asken indeholder nemlig cadmium – et giftigt tungmetal som det på mange måder er problematisk at få ud i naturen.

– Cadmium findes i større eller mindre mængder i flisen, så hvis asken bliver tilbageført, vil det i princippet blot svare til, at man brænder træet af i skoven. Asken bliver altså ikke ”forurennet” på værkerne, men ifølge dansk miljølovgivning må man ikke tilbageføre affald med mindre det er blevet rensat, forklarer Morten Ingerslev.

Rent teknisk kan det godt lade sig gøre at rense asken for cadmium, men det er en forholdsvis kostbar proces. En anden løsning kan bestå i kun at tilbageføre bundasken fra de flisfyrede kedler. Cadmium er nemlig koncentreret i asken fra anlægget til røgrensning, så hvis det primært er bundasken, der spredes i skoven, vil det være muligt at overholde reglerne i ”Bioaskebekendtgørelsen”.

### Ny bekendtgørelse

Bortset fra problemerne med cadmium er der stort set kun fordele ved at få asken tilbage til skovbunden. Asken indeholder betydelige mængder næringsstoffer, som skoven har brug for, og man får en fornuftig balance mellem de næringsstoffer, der bliver fjernet og de næringsstoffer, som tilføres.

Skovbruget har i årevis været utilfreds med de eksisterende regler for området, og Miljøstyrelsen arbejder for tiden på en ny bekendtgørelse, som vil gøre det lettere at få recirkuleret flisasken. Bekendtgørelsen minder på mange måder om de svenske regler på området, hvor anvendelse af flisaske som gødning er langt mere udbredt end i Danmark.

Morten Ingerslevs undersøgelser er støttet gennem PSO-midlerne, som Energinet.dk administrerer. Undersøgelsen skal være afsluttet i 2010. ■

## Kursus i forretningsplaner

**27. marts 2008 kl. 9 til 17**  
**Søhuset, Hørsholm**

Det nye EUDP-program stiller krav om en forretningsmæssig udvikling på lige fod med den tekniske udvikling i projekterne. Projekter, der ikke imødekommer disse forretningsmæssige krav, vil ikke modtage støtte.

1st Mile har udviklet de kommercielle krav for EUDP-sekretariatet og tilbyder nu et kursus målrettet mod ansøgere til EUDP-programmet. Kurset er udviklet i samarbejde med EUDP-sekretariatet, som ønsker den højst mulige kvalitet af de ansøgninger, som de modtager.

Kurset tager afsæt i ansøgernes egne ansøgninger, som ventes indsendt til EUDPs ansøgningsfrist den 11. april 2008. Det er en del af kursets mål, at deltagerne kommer hjem med en disposition til den kommercielle del af deres egne EUDP-ansøgninger, baseret på den tilegnede viden.

Ud over at hæve ansøgningernes kvalitet gennem forbedrede kompetencer og forståelse vil kurset dermed også spare deltagerne for megen tid i forbindelse med formuleringen af ansøgningerne i ansøgningsfasen, samt forøge sandsynligheden for tilsagn.

### Program:

- 8.30-9.00 Registrering og kaffe
- 9.00-9.30 Præsentation af deltagere, kursusmål og EUDPs kommercielle kriterier
- 9.30-11.00 Gruppeøvelse: Hvad nu hvis...? Øvelse, hvor deltagerne introduceres til et kommercielt tankesæt.
- 11.00-12.15 Case: Find produktet og value proposition. Efter en kort introduktion finder deltagerne ind til den forretningsmæssige kerne i en fremlagt case
- 12.15-13.00 Frokost
- 13.00-14.00 EUDPs kommercielle kriterier. Indlæg om EUDPs nye krav og baggrunden for dem.
- 14.00-14.30 Walk-and-talk – og kaffe
- 14.30-16.00 Egne ansøgninger: Value proposition og forretningsplan.
- 16.00-16.45 Opsamling af generelle erfaringer
- 16.45-17.00 Evaluering og afrunding.

### Praktiske oplysninger:

- Pris: 6.900 kr. excl. moms. Rabat ved flere deltagere fra samme firma.
- Tid: 27. marts 2008 kl. 9 til 17
- Sted: Søhuset, Hørsholm
- Tilmelding: [www.1stmile.dk](http://www.1stmile.dk)

**1st Mile | Diplomvej 381 | 2800 Lyngby**  
**[www.1stmile.dk](http://www.1stmile.dk) | ☎ 40 44 67 14**

### Brændselsceller til forgasningsgas

Titel: 33030-0036 – Integration af SOFC  
 Brændselscelle og totinsprocessen

Ansvarlig: COWI A/S, Jens Dall Bentzen, ☎ 4597 2211

Tilskud: EFP – 120.000 kroner

Projektet er en del af et større EU-projekt, hvor en SOFC brændselscelle er blevet afprøvet med gas som brændstof fra fem forskellige forgasningsanlæg i Europa. En nærmere beskrivelse af projektet findes på [www.biocellus.de](http://www.biocellus.de).

Den danske del af projektet har bestået i at teste brændselscellen på gas fra Viking-forgasseren på Danmarks Tekniske Universitet. Testen blev gennemført i foråret 2006, hvor brændselscellen kørte i 168 timer uden problemer, og uden at ydelsen på noget tidspunkt faldt. Testen blev i øvrigt kun stoppet, fordi de eksterne partnere, der var ansvarlige for brændselscellen, skulle hjem.

De fire andre test, der blev gennemført på andre forgasningsanlæg i Europa, nåede maksimalt op på 48 timers driftstid. Der var flere grunde til at testen på DTU var så succesfuld: VIKING-forgasseren kører meget stabilt, gassen har en fin kvalitet, og der er hverken klor eller svovlforbindelser i gassen.



foto: henrik flyver christiansen

*Viking-forgasseren på Danmarks Tekniske Universitet.*

### IEA samarbejde om biogas

Titel: 33032-0004 – IEA Renewable energy technologies, bioenergy agreement: Task 37 – Energy from biogas and landfill gas

Ansvarlig: Bioenergigruppen under Syddansk Universitet i Esbjerg, Jens Bo Holm-Nielsen, ☎ 6550 4166

Tilskud: EFP – 220.000 kroner

Projektet omfatter dansk deltagelse i Det Internationale Energiagenturs samarbejde om biogas og lossepladsgas i 2006 og 2007.

Bioenergigruppen på Syddansk Universitet har siden 1997 deltaget i det faglige arbejde i IEA Task 37. Hovedformålet er at udveksle erfaringer og formidle viden om produktion og anvendelse af biogas, og samarbejde med de øvrige internationale organisationer inden for biogassektoren.

Detaljerede informationer om arbejdet i Task 37 findes på hjemmesiden [www.novaenergie.ch/iea-bioenergy-task37/index.htm](http://www.novaenergie.ch/iea-bioenergy-task37/index.htm). Bioenergigruppen har derudover sikret, at informationerne formidles videre til den danske biogassektor via opdatering af hjemmesiden [www.sdu.dk/bio](http://www.sdu.dk/bio).

### Korrosionsundersøgelse på Avedøreværket

**Titel:** 6511 – Højtemperaturkorrosionsundersøgelse AVV2 biokedel

**Ansvarlig:** Dong Energy A/S, Peter Simonsen, ☎ 9955 1111

**Tilskud:** PSO – 6.800.000 kroner

Baggrunden for projektet var planerne om at hæve damp-temperaturen på Avedøreværkets biomassefyrede blok til 580 °C. På basis af de foreliggende resultater fra korrosionsforsøg på Masnedø-værket blev det imidlertid vurderet, at risikoen ved at starte med så høj en temperatur var for stor.

I projektet har man fulgt den korrosionsmæssige udvikling på en række test-overhedere, der er monteret i biokedlen, for på den måde at bestemme den maksimale overhedertemperatur. Derudover har man fulgt korrosionen af kedlen i de første driftsår, hvilket har gjort det muligt at vælge en damp-temperatur, der giver den højst mulige virkningsgrad og de lavest mulige vedligeholdelsesomkostninger.



foto: torben skjøtt/biopress

*Avedøreværket ved København har en meget høj elvirkningsgrad, hvilket ikke mindst skyldes en høj damp-temperatur i kedlen.*

### IEA samarbejde om forbrænding af biomasse

**Titel:** 33032-0027 – IEA bioenergy agreement: Task 32 – Biomass combustion and co-firing.

**Ansvarlig:** FORCE Technology, Anders Evald, ☎ 7215 7700

**Tilskud:** EFP – 299.000 kroner

Projektet omfatter dansk deltagelse i Det Internationale Energiagenturs samarbejde om biomasse til forbrænding i årene 2006 og 2007.

Samarbejdet i IEA-grupperne udmøntes rent praktisk i form af arbejds møder cirka hvert halve år. På møderne udveksles erfaringer, nyeste udvikling diskuteres, og igangværende opgaver rapporteres og evalueres. Mellem møderne forgår en livlig erfaringsudveksling via e-mail og telefon, og gruppens hjemmeside [www.ieabcc.nl](http://www.ieabcc.nl) fungerer som samlingspunkt.

Over for de danske interessenter foregår udvekslingen af viden gennem et netværk etableret til formålet, hvor deltagerne modtager relevant materiale og bidrager den anden vej med problemer, som kan belyses gennem IEA-samarbejdet.

### Optimering af trinopdelt forgasningsanlæg

**Titel:** 6530 – Optimering og automatisering af trinopdelt forgasningsanlæg

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

**Tilskud:** PSO – 2.267.895 kroner

Det oprindelige formål med projektet var at gennemføre langtidsforsøg med et pilotanlæg til forgasning af biomasse med henblik på at opnå erfaringer med langtidsdrift samt fejlsøgning på komponenter og styresystem. Projektet skulle medvirke til at udvikle TK Energis trinopdelte forgasningskoncept og forberede opførelsen af et fuldskaalanlæg i landsbyen Gjøl i Nordjylland.

Pilotanlægget blev imidlertid aldrig gjort helt færdigt, da fuldskaalanlægget i Gjøl endte med at stå færdigt før pilotanlægget. Projektet ville derfor ikke kunne tilføre ny viden til Gjøl-projektet, og TK Energi ønskede at afbryde projektet på grund af budgetoverskridelser og et manglende marked for teknologien i Danmark. Langtidsdriften og fejlsøgning på komponenter og styresystem blev således ikke gennemført. Der er ikke udarbejdet en slutrapport for projektet, men den seneste pe-rioderapport kan rekvireres hos Energinet.dk.

### Biomasse og arbejdsmiljø

**Titel:** 4774 – Biomasse teknologi- effektivisering og godt arbejdsmiljø

**Ansvarlig:** Det Nationale Forsknings Center for Arbejdsmiljø, Anne Mette Madsen, ☎ 3916 5200

**Tilskud:** PSO – 1.800.000 kroner

Projektet har haft til formål at undersøge arbejdsmiljøet på biomassefyrede anlæg. I den forbindelse er det blevet kortlagt, hvilke arbejdsprocesser der medfører en uacceptabel høj eksponering for endotoksin og mikroorganismer, og hvilke foranstaltninger der kan være med til at reducere eksponeringen.

I projektet er arbejdsmiljøet undersøgt på ikke mindre end 25 anlæg, der fyrer med biomasse. Resultaterne viser:

- Medarbejderne er udsat for en høj eksponering af mikroorganismer og endotoksin.
- Eksponeringen for mikroorganismer og endotoksin er for nogle personer på et niveau, hvor man kan forvente, at de på et tidspunkt udvikler symptomer på luftvejslidelser.
- Generelt har vi ikke set alvorlige helbredsproblemer på kraftvarmeværker, der bruger halm.
- Allergi over for svampe ser ikke ud til at være et stort problem.
- Undersøgelsen tyder dog på, at jo flere mikroorganismer i luften, jo flere personer har luftvejssymptomer. Derfor er der stadig en helbredsmæssig gevinst ved at sænke eksponeringsniveauet.
- Området omkring halmoprøver og halmmodtagelse er identificeret som et område med høj eksponering.
- Under aftagning af net over halmballer, aflæsning af halm, fejning med kost eller omflytning af halm stiger eksponeringen for støv væsentligt.
- Det er muligt at reducere eksponeringen for støv og mikroorganismer ved for eksempel at anvende centralstøvsuger frem for kost og ved at skærme halmoprøveren af.

Anne Mette Madsen tager fortsat imod tilbud om at holde foredrag om projektets resultater.

### Nyt koncept til produktion af fjernvarme



foto: torben skøtt/biopress

**Titel:** 33032-0070 – Forbedret metode til varmeproduktion ved afkøling, opfugtning og kondensering af røggas

**Ansvarlig:** COWI A/S, Jens Dall Bentzen, ☎ 4597 2211

**Tilskud:** EFP – 323.000 kroner

Ved at bruge en kendt teknik fra industrien har COWI udviklet et helt nyt koncept for køling af røggasser på fjernvarmeværker, som forventes at give en række fordele i forhold til traditionelle anlæg. De væsentligste fordele er:

- ingen belægninger i røggaskøler
- ingen korrosion i røggaskøler
- højere energivirkningsgrad (10-15 procent)
- reduktion af NO<sub>x</sub>
- lav pris
- lave vedligeholdelsesomkostninger.

I konceptet køles røggasserne efter fyrrummet ved, at forstøvet vand sprøjtes ind i røggassen. På grund af vandets høje fordampningsvarme køles røgen hurtigt, mens vandet fordampes. Teknikken benyttes blandt andet inden for produktion af cement og glas, hvor man er nødt til at køle røggassen ned til 200 °C for at kunne rense den, inden den ledes ud til omgivelserne.

Ved at anvende industriens køleteknik i den nye type fjernvarmeanlæg bliver det fordampede vand igen til vand, samtidig med at det frigiver varme til fjernvarmevandet. Det indsprøjtede vand er således på en simpel måde blevet brugt til at flytte energi fra de meget varme røggasser til fjernvarmevandet.

På traditionelle fjernvarmeværker afkøles røggasserne i en varmeveksler, som af hensyn til korrosionsforhold kun køler røggassen til omkring 130 °C. I det nye koncept køles røggassen til 30 – 40 °C, hvorved udnyttelsen af energien i brændslet øges med 10 – 25 procent afhængigt af fugtindholdet i brændslet.

COWI har udarbejdet teknisk dokumentation af det nye koncept, som i løbet af 2008 vil blive afprøvet på Hundested Varmeværk.

### MaxiFuels pilotanlæg på DTU

**Titel:** 33031-0066 – MaxiFuels – afprøvning og videreudvikling i pilotskala af en fermenteringsplatform for maksimal produktion af bioenergi (ethanol, hydrogen og methan) fra biomasse restprodukter såsom halm.

**Ansvarlig:** BioCentrum – DTU, Birgitte K. Ahring, ☎ 4525 2600

**Tilskud:** EFP – 10.779.000 kroner

Formålet med projektet har været opbygning og afprøvning af et pilotanlæg, baseret på det såkaldte MaxiFuels koncept, hvor affald og restprodukter fra landbruget omdannes til bioethanol. MaxiFuels konceptet er en patenteret teknologi, som i laboratorieskala har vist sig at kunne producere bioethanol til en meget lav pris. Det skyldes integration af en række processer til forbehandling, hydrolyse ved tilsætning af enzymer, fermentering samt omsætning af restprodukter til biogas.

MaxiFuels anlægget blev indviet i september 2006. I de følgende måneder blev udstyret testet og tilpasset, hvorved effektiviteten af de enkelte processer blev øget.

Overordnet set er driften af pilotanlægget igangsat og forsøgene gennemført som planlagt i den oprindelige ansøgning. Data fra pilotanlæggets drift er blevet anvendt til at opstille en økonomisk model over hele konceptet, som viser, hvordan effektiviteten af de enkelte delprocesser påvirker den endelige ethanolproduktion. Baseret på denne model har det været muligt at designe et fuldskalaanlæg, ligesom der er blevet udarbejdet en businessplan for konceptet. Modellen, fuldskaladesign og businessplan er blevet udført af teknologivirksomheden Biogasol i samarbejde med BioCentrum-DTU.

Der er blevet udarbejdet en fortrolig rapport om resultaterne fra pilotanlæggets drift til rådgiverfirmaet Black&Veatch med henblik på at få en uafhængig bedømmelse af MaxiFuels konceptet. En videnskabelig artikel om driftsresultaterne fra biogasprocessen er ved at blive publiceret, og flere andre artikler er på vej.

Udviklingen af MaxiFuels konceptet fortsætter nu med etablering af et demonstrationsanlæg på Bornholm. Biogasol står for opførelsen af anlægget i samarbejde med Siemens, Alfa Laval, Agrotech og Grundfos. Ethanolproduktionen skal starte op sidst på året, og anlægget forventes at være fuldt udbygget i løbet af 2009.



foto: bo jarmer, danmarks tekniske universitet

*Foto fra indvielsen af Maxi-fuels anlægget på Danmarks Tekniske Universitet i september 2006.*

**FIB** – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, der administreres af Energistyrelsen. Nyhedsbrevet, der er gratis, udkommer fire gange om året i en dansk og en engelsk udgave. Begge udgaver kan downloades fra Internettet på adressen [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)

Den danske version af nyhedsbrevet findes endvidere i en trykt version, der kan rekvireres hos BioPress, telefon 8617 8507, e-mail [biopress@biopress.dk](mailto:biopress@biopress.dk).

**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:**

Århus Universitet, Torben Skøtt og Michael Bo Rasmussen

**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 juni 2008. Deadline for redaktionelt stof er den 15. maj 2008.

## Støtte til ny energiteknologi



foto: chec-gruppen, danmarks tekniske universitet

Med det nye EUDP-program bliver det muligt at søge om støtte til energiforskningsprojekter flere gange om året. Onsdag den 5. marts var der ansøgningsfrist for teknologier til 2. generations bioethanol og for de øvrige teknologier vil der være ansøgningsfrist den 11. april og den 19. september 2008.

Det Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) indkalder nu ansøgninger til midlerne for 2008. I alt 190 millioner kroner udbydes til projekter for udvikling og demonstration af ny energiteknologi.

Et særligt indsatsområde er 2. generations bioethanol. Her har politikerne besluttet, at der skal bruges 50 millioner kroner om året i en fire-årig periode til at få demonstreret teknologien. Energistyrelsen gav i december 2007 tilsagn om de første 50 millioner kroner til to projekter, og onsdag den 5. marts var der ansøgningsfrist til at søge om yderligere midler.

– Der er mange kvalificerede kræfter, der arbejder målrettet med energiteknologi i Danmark, og vi ved, at mange er utålmodige efter at komme til at søge midler hos os. Derfor har bestyrelsen prioriteret at gå i udbud så

hurtigt, som det praktisk har været muligt, siger Torkil Bentzen, der er formand for EUDP-programmet. Han vil gerne give mulighed for at man kan søge om tilskud på flere tidspunkter af året, så man ikke risikerer at brænde inde med en god idé. Næste ansøgningsfrist er den 11. april 2008 og dernæst den 19. september 2008.

Loven om EUDP-programmet trådte først i kraft i januar 2008, og programmet ventes at få tilført midler med den kommende finanslov. Programmet afløser Energiforskningsprogrammet (EFP), der igennem de seneste 30 år har uddelt midler til forskning og udvikling af energiteknologi. Ved den sidste uddeling i december 2007 blev der givet godt 111 millioner kroner til 43 projekter inden for forskning, udvikling og demonstration af ny energiteknologi. Knap halvdelen af midlerne gik til projekter inden for bioenergi, 16 procent gik til vind, brint og brændselsceller fik knap 14 procent, mens resten blev fordelt på de øvrige områder.

Yderligere information om EUDP-programmet og ansøgningsmateriale kan hentes på Energistyrelsens hjemmeside [www.ens.dk](http://www.ens.dk).

TS