



Stirlingmotor til biobrændsler	3
Bioenergi til økologisk jordbrug	6
Ethanol-projekt skrider planmæssigt frem	9
Fortsat adgang til international forskning	10
Fra gylle til brint eller råolie	11
Nyt center for biogas og gyllebehandling	12

## Forskning i bioenergi

Fra forskning til faktura – og fra forskning til bedre velfærd. Formidling er ofte helt nødvendig, hvis forskningens potentiale skal udnyttes fuldt ud. Den danske forskning i bioenergi er næppe nogen undtagelse.

*Af Jan Bünger*

Set fra samfundets side er god forskning kendetegnet ved at have potentialet til at møde flere centrale både "hårde" og "bløde" kriterier. Formidling kan være afgørende for, at perspektivrige forskningsresultater finder vej til de næste led i fødekæden frem til den praktiske anvendelse: Andre forskningsinstitutioner, virksomheder, forsyningsselskaber og slutbrugere.

Og formidling er nødvendig for at øge slutbrugernes generelle forståelse for forskningens betydning for samfundet. Regeringen har ligefrem nedsat en tænketank om "*forståelse for*

*forskning*". God forskning er virkelighedsnær og det budskab skal formidles.

Indstik i Dansk BioEnergi  
Energistyrelsen bidrager nu til en bedre formidling af den danske forsknings- og udviklingsindsats inden for bioenergi. Det sker via tilskud fra *Energiforskningsprogrammet* til et nyhedsbrev, som vil udkomme seks gange om året; dels som en særskilt publikation, dels som et indstik i Dansk BioEnergi. Nyhedsbrevet vil endvidere kunne downloades fra [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk) i både en dansk og engelsk version.

Energi E2 og Elsam yder også økonomisk støtte til nyhedsbrevet. De to energiselskaber har nemlig behov for at formidle udviklingserfaringer fra den række af kraftvarmeværker, som i de senere år er opført under den såkaldte biomasseaftale. En effektiv udnyttelse af biomasse til energiproduktion skal fastholdes.

*fortsættes*

## fortsat fra forsiden

## Innovation

Der er store samfundsmæssige værdier på spil i forbindelse med udnyttelse af biomasse i den danske energiforsyning. Når biomassen skal udnyttes fuldt ud til gavn for dansk indtjening, beskæftigelse, forsyningsikkerhed og miljø, kræver det anvendelsesorienteret forskning og udvikling, ligesom det kræver en dialog mellem de aktører, som sammen skal bringe bioenergien ind i hverdagen. Biomasse leverer i dag seks procent af det samlede danske energiforbrug. Hertil kommer udnyttelse af affald, som i vidt omfang er af organisk oprindelse.

Selvom Danmark står internationalt meget stærkt inden for både forskning og udvikling, er der mere end nogensinde behov for, at de mange små og mellemstore virksomheder får kendskab til forskningens resultater. Mange af disse virksomheder

er omstillingsparate. Det er innovative virksomheder, som er parate til at gribe muligheder og skabe specielle produkter til energisektoren.

## Overblik og kontakt

Nyhedsbrevet vil løbende være med til at skabe overblik over den igangværende forskning, både når det drejer sig om konkrete projekter og forskningsprogrammer. Såvel Energiforskningsprogrammet under Energistyrelsen og PSO-programmerne, der administreres af de systemansvarlige el-selskaber, er anvendelsesorienterede. Derfor er det ikke mindst ambitionen at være med til at skabe en udbytterig kontakt mellem forskere og praktikerne. Der er også plads til debatstof om prioriteringerne inden for forskningen og til at få myndighederne i tale. Nyhedsbrevet vil foreløbig udkomme 12 gange.

*Jan Bünger er forskningskoordinator i Energistyrelsen.*

## 200 millioner årligt til forskning i bioenergi

- Med et samlet tilskud på næsten 60 millioner kroner i både 2003 og 2004 er bioenergi det største enkeltområde under Energiforskningsprogrammet og PSO-programmerne.
- Projekterne vil give resultater nu og i de kommende år.
- De offentlige danske forskningscentre og Videnskabsministeriet bruger af egne midler 30 millioner kroner årligt.
- Det skønnes, at de videnstunge private virksomheder investerer op mod 100 millioner kroner årligt i forskning og udvikling inden for bioenergi.
- De danske kompetencer baner hvert år vej for betydelige EU-tilskud til danske projekter.

## Energiforskningsprogrammer

## Energistyrelsens Energiforskningsprogram

Energistyrelsens Energiforskningsprogram har fokus på den anvendelsesorienterede energiforskning, som udføres i samarbejde mellem de offentlige forskningsmiljøer og det private erhvervsliv. Energiforskningsprogrammet råder over et beløb på 65 millioner kroner årligt i perioden 2004 – 2008.

## Elværkernes PSO-ordning

PSO, der står for Public Service Obligation, administreres af de systemansvarlige el-selskaber i Danmark, Eltra og Elkraft. Virksomhederne er ansvarlige for at der, som en offentlig forpligtelse, gennemføres forskning og udvikling inden for miljøvenlige teknologier til elproduktion, herunder ikke mindst vedvarende energi. Fra år 2005 er der hvert år 130 millioner kroner til rådighed for forskning og udvikling. Systemsansvaret overtages i 2005 af det nye statslige netselskab EnergiNet Danmark.

## Videnskabsministeriets pulje til strategisk forskning i VE

Videnskabsministeriet har i perioden 2003 – 2005 reserveret en pulje på 125 millioner kroner til strategisk forskning inden for vedvarende energi med videre. Det kan søges om støtte til forskning inden for områder som vindkraft, bioenergi, solceller, brændselsceller og energibesparende teknologier. Forskningen kan inddrage såvel tekniske, miljømæssige, sundhedsmæssige, samfundsmæssige, økonomiske og politiske aspekter.

*Yderligere oplysninger om støtte til energiforskning findes på Internetportalen [www.energiforskning.dk](http://www.energiforskning.dk)*

*Verdens første otte-cylindrede stirlingmotor blev sat i drift lige før jul, og de foreløbige resultater er meget lovende. Motoren, der er udviklet på Danmarks Tekniske Universitet, har indtil nu kørt cirka 1.300 timer og leveret en el-effekt på 76 kW, hvilket er rekord for stirlingmotorer til flis.*



foto: henrik carlsen

## Stirlingmotor til biobrændsler

### *- nu virker den*

Mange års forskningsindsats med små kraftvarmeverker, baseret på stirlingmotorer, er nu tæt på et kommercielt gennembrud. Det seneste anlæg har nu 7.000 driftstimer bag sig med flis som brændsel. Først efter cirka 5.000 timer var det nødvendigt med et serviceeftersyn. Det svarer til, at man kører næsten 15 gange rundt om jorden i en lille bil uden at skifte olie eller tændrør.

*Af Henrik Carlsen*

Hotel Burg i Oberlech er ikke et helt almindeligt østrigsk skisportshotel. Det hører til de mest eksklusive hoteller i Østrig – og så står der et flisfyret kraftvarmeverk med en dansk udviklet stirlingmotor i kedelcentralen under hotellet.

Det lille kraftvarmeverk leverer cirka 32 kW el og 280 kW varme til Hotel Burg og nabohotellerne. Anlægget har indtil nu kørt over 7.000 timer med træflis som brændsel. Først efter cirka 5.000 timer var det nødvendigt med et serviceeftersyn. Det svarer til, at man kører næsten 15 gange rundt om jorden med 120 kilometer i timen i en lille bil uden at skifte olie eller tændrør. Den danske stirlingmotor har dermed vist, at der er basis for at give almindelige driftsgarantier. Det betyder, at stirlingmotoren er meget tæt på at kunne introduceres på markedet.

De mange problemfri driftstimer er et gennembrud for anvendelse af biobrændsler til stirlingmotorer. De hidtidige resultater fra andre projek-

ter i Europa og USA har været nedslående, fordi slaggedannelse i løbet af få timers drift har stoppet afprøvningen.

Men de mange driftstimer er ikke den eneste nyhed. Hos de østrigske samarbejdspartnere er verdens første otte-cylindrede stirlingmotor sat i drift lige før jul og de foreløbige resultater ser meget lovende ud. Motoren har indtil nu kørt cirka 1.300 timer og leveret en el-effekt på 76 kW, hvilket er rekord for stirlingmotorer til flis.

#### Mange års indsats.

Den vellykkede driftsafprøvning i Oberlech er et resultat af næsten 15 års forskning, udvikling og innovation på Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet. Den første brugbare prototype stod klar til afprøvning i laboratoriet i 1996 og motoren i Oberlech er tredje generation i udviklingsprocessen.

Siden 1996 har udviklingen været koncentreret om at forbedre ydelse, virkningsgrad, driftssikkerhed og servicevenlighed. Det er først og frem-

Stirlingmotoren er især velegnet til biobrændsler, fordi forbrændingen foregår uden for motoren. Varmen overføres til motoren via en varmeveksler, som er anbragt i flisfyrets forbrændingskammer. Varmen i røggasserne bruges til at forvarme forbrændingsluften til 400 - 600 °C inden den ledes til brændkammeret. Derved forbedres anlæggets virkningsgrad, men det er fortsat vanskeligt at udnytte mere end 50 procent af energien i den indfyrede flis til stirlingmotoren. Resten omsættes til varme i en såkaldt economiser, mens en mindre mængde bliver tabt i skorstenen.

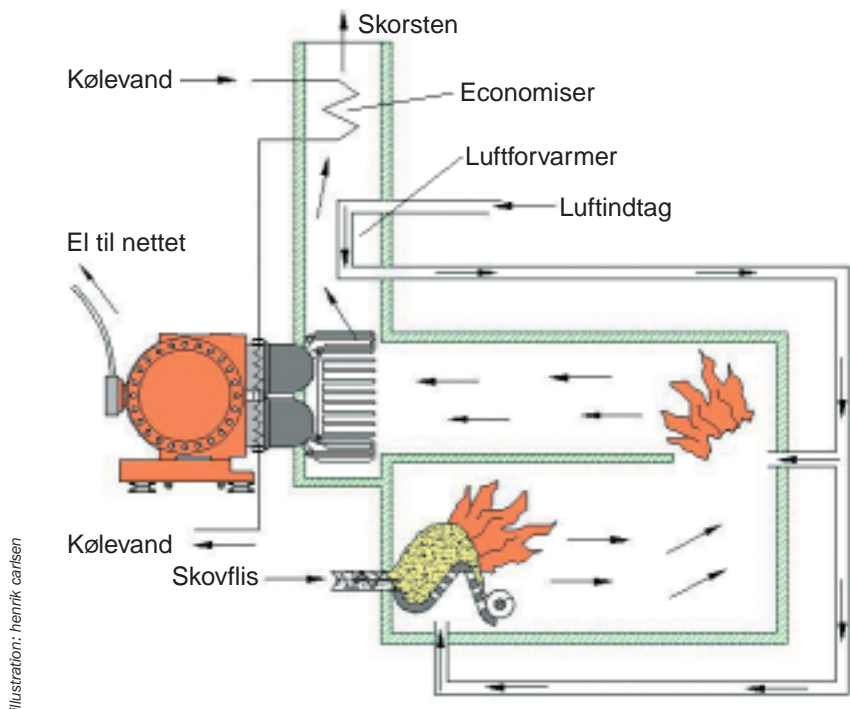


Illustration: henrik carlsen

## Ud på markedet

Stirlingteknologien er nu modnet og klar til industriel udnyttelse. Der er stadig meget at gøre på forskningsområdet, men sideløbende hermed skal de første små kraftværker ud og producere el. Danmarks Tekniske Universitet har derfor – via sit innovationsmiljø, DTU Innovation – skudt den første million kroner i et selskab, som skal bringe en række varianter stirlingmotoren ud på markedet.

Selskabet, STIRLING.DK, skal danne den juridiske og praktiske ramme om aktiviteter, som ikke hører hjemme i et forskningsmiljø: kapitalrejsning, organisationsudvikling, markedsføring, produktion og distribution, for at nævne de vigtigste.

I samarbejde med Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion, og bakket op af flere investorer, skal det nye selskab forberede en markedsintroduktion af 35 kW stirlingmotoren på det nordiske marked i 2005. Ret hurtigt derefter skal 75 kW og 9 kW motorerne på markedet i flere varianter. Anlæggene skal markedsføres i hele Europa.

mest Energistyrelsen, der har finansieret udviklingen, men også Elkraft, EU og andre udenlandske finansieringskilder har bidraget. Det nære samarbejde mellem de danske og østrigske partnere fører nu til, at resultaterne fra anlægget i Oberlech fremover vil blive offentliggjort i tidsskriftet Dansk BioEnergi.

### Som en dampmaskine

Stirlingmotoren er især velegnet til biobrændsler, fordi forbrændingen ikke foregår inde i cylinderen, som i en almindelig stempelmotor, men derimod uden for motoren. Varmen overføres til motoren via en varmeveksler, som er anbragt i flisfyrets forbrændingskammer. Stirlingmotoren minder således mere om en dampmaskine end en forbrændingsmotor.

Den danske stirlingmotor adskiller sig fra "almindelige" stirlingmotorer på flere andre punkter. Den er opbygget på samme måde som en semihermetisk kølekompresor til et supermarked. Hele motoren udgør en lukket enhed, hvor generatoren er placeret inde i et lukket krumtaphus på samme måde som el-motoren i kølekompresoren. Eneste forbindelse med omgivelserne er de tre elgennemføringer, der forbinder generatorens tre faser til el-nettet.

### Fire cylindre

I Stirlingmotorens fire dobbeltvirkende cylindre anvendes Helium som arbejdsgas. Arbejdsgassens maksimale middeltryk er 4,5 MPa, og motoren er designet til en el-effekt på 35 kW. Den indbyggede asynkrongenerator er koblet direkte til nettet, hvilket resulterer i en hastighed på lidt over 1.000 omdrejninger/minut.

Varmeveksleren, der overfører varmen fra forbrændingen af træflisen, består af fire hederpaneler fremstillet af 14 mm rør i et varrefast materiale. De fire hederpaneler udgør enden af flisfyrets forbrændingskammer, så stråling fra forbrændingen kan overføres direkte til panelerne. Røggasserne fortsætter videre gennem panelernes konvektionsdel, hvor der yderligere overføres varme til stirlingmotorens arbejdsgas.

Stirlingmotorens effekt og virkningsgrad er stærkt afhængig af hederpanelernes temperatur og af temperaturen i kølevandet. Når alle fire hederpaneler har en temperatur på 740 °C og kølevandet til og fra motoren er henholdsvis 55 °C og 70 °C, yder motoren 35 kW. Virkningsgraden for selve motoren er cirka 30 procent. Det vil sige, at 30 procent af den varme, der tilføres motoren, omsættes til el.

## Otte cylindre

Den otte-cylindrede stirlingmotor kan i princippet betragtes som to firecylindrede motorer, der er koblet sammen og tilsluttet en fælles generator. Fordelen ved denne konstruktion er først og fremmest, at man kan tilbyde en motor med en el-effekt, der er meget attraktiv for mange anvendelser, uden at udvikle en ny motor fra begyndelsen. En anden fordel er, at den otte-cylindrede motor har en mere rolig gang, idet den er bedre afbalanceret end den fire-cylindrede udgave. Til gengæld er det noget vanskeligere at udvikle et fyringssystem, der kan forsyne alle otte hederpaneler ligeligt med varme fra forbrændingen.

Den otte-cylindrede motor udgør fjerde generation i udviklingen af konceptet. Den er blandt andet udstyret med nye hederpaneler, der forbedrer motorens effekt. Under de første 1.300 timers afprøvning har det da også vist sig, at ydelsen per cylinder er forbedret med næsten 20 procent. Det svarer til, at den fire-cylindrede motor nu har en el-effekt på 38 kW.

## Fyringssystemet

Stirlingmotorens hederpaneler skal som nævnt have en temperatur på cirka 740 °C under drift for at opnå en tilfredsstillende ydelse og virkningsgrad. Det er en meget høj temperatur i et flisfyringsanlæg.

Et af problemerne er, at temperaturen i røggasserne efter hederpanelerne er næsten 800 °C. For at udnytte denne varme bruges røggasserne til at forvarme forbrændingsluften til 400 °C - 600 °C, inden den ledes til brændkammeret. Det forbedrer anlæggets virkningsgrad, men det er fortsat vanskeligt at udnytte mere end 50 procent af energien i den indfyrede flis til stirlingmotorens heder. Resten omsættes til varme i en såkaldt economiser og en mindre mængde bliver tabt i skorstenen.

Det første fyringssystem til den fire-cylindrede stirlingmotor blev udviklet af Maskinfabrikken REKA i Aars. Siden blev der indledt et sam-

arbejde mellem Danmarks Tekniske Universitet og de to østrigske firmaer MAWERA og BIOS om udvikling af et anlæg til det mellemeuropæiske marked.

I de østrigske anlæg foregår primærforbrændingen af flisen på en fast rist. Stirlingmotoren er anbragt vandret for enden af den del af brændkammeret, hvor afbrænding af gasserne foregår efter tilførsel af sekundærluft. Der er altså direkte kontakt mellem røggasserne fra forbrændingen af flisen og stirlingmotorens hederpaneler.

Det betyder blandt andet, at der afsættes aske og slagge på hederen. På anlægget i Oberlech er der derfor installeret et rensesystem med trykluft, der kan fjerne aske-belægninger under drift. Desuden er det nødvendigt med en manuel rensning for hver 500-700 timer afhængigt af brændslet. Hederpanelerne på femte generation af motoren er derfor ændret for at reducere behovet for manuel rensning.

## Forgasning

Forgasning af flisen i en simpel modstrømsforgasser er en anden måde at reducere behovet for rensning af hederpanelerne.

En modstrømsforgasser er en lukket beholder, hvor træflisen tilføres i toppen. I beholderen opvarmes flisen med meget beskeden tilførsel af ilt. Derved frigøres kulilte, brint og tjærestoffer i gasform, medens træets tørstof (aske) opsamles og fjernes i bunden af beholderen.

Gassen afbrændes derefter i et brændkammer, der er monteret oven over stirlingmotorens hederpaneler. Denne fremgangsmåde er under udvikling i samarbejde med Babcock & Wilcox Vølund. De foreløbige resultater er meget lovende, og det forventes, at anlægget kan gå i kommerciel drift i 2005.

*Henrik Carlsen er professor og ansat på Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet, hvor han blandt andet leder det team, der står bag udviklingen af stirlingmotoren, e-mail: hc@mek.dtu.dk.* ■



foto: henrik carlsen

*Den fire-cylindrede stirlingmotor klar til montering på flisfyringssystemet. Øverst ses varmeveksleren, der overfører varmen fra forbrændingen af træflisen.*



foto: henrik carlsen

*Nærbillede af varmeveksleren, der består af fire hederpaneler fremstillet af 14 mm rør i et varmefast materiale. De fire hederpaneler udgør enden af flisfyrets forbrændingskammer, så stråling fra forbrændingen kan overføres direkte til panelerne.*

*Biogasanlæg kan få en afgørende rolle i udvikling af det økologisk jordbrug. Biogasanlæg kan udnytte den gylle og dybstrøelse, som allerede findes i økologisk jordbrug. Dertil kan suppleres med græs fra kløvergræsmarker eller fra de enge, som ellers vil gro til, når EU's landbrugsreform gør det uøkonomisk at afgræsse dem.*



arkivfoto: biopress

## Bioenergi til økologisk jordbrug

Økologisk jordbrug har potenti-ale til at blive storleverandør af vedvarende energi, herunder ikke mindst bioenergi. Det viser en såkaldt vidensyntese, som er udarbejdet på Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.

*Af Uffe Jørgensen, Tommy Dalgaard og Jørgen E. Olesen*

Økologisk jordbrug har i en årrække stået som et stærkt miljøvenligt alternativ til konventionelt jordbrug. I 1990'erne med så stor succes, at økologisk jordbrug i løbet af få år fik fordoblet sit areal. I dag udgør det økologisk drevne areal 6-7 procent af det danske landbrugsareal.

Hidtil har bioenergi ikke haft særlig bevågenhed inden for det økologiske jordbrug. Fokus har især været rettet mod husdyrvelfærd, tilførsel af næringsstoffer samt alternativ bekæmpelse af skadedyr og ukrudt.

EU's reform af den europæiske landbrugspolitik åbner imidlertid op for nye muligheder. Hvor det tidligere var således, at kornafgrøder fik mere i støtte end kløvergræsmarker, bliver afgrøderne fremover stillet lige. For økologerne bliver det dermed økonomisk rentabelt at dyrke afgrøder, som dels sikrer forsyningen af næringsstoffer, dels giver mulighed for at producere vedvarende energi.

I dag har økologisk jordbrug gode muligheder for at blive selvforsynende med vedvarende energi fra blandt andet biogas, rapsolie, elletræer og vindmøller. Noget af det perspektivrige ved at indføre nye energiteknologier i økologisk jordbrug er, at det samtidigt kan bidrage til at nå andre højt prioriterede mål i sektoren: Reduktion af importen af næringsstoffer og foder, reduktion af drivhusgas-

ser og minimering af nitratudvaskningen.

### Biogasanlæg som økologiske gødningsfabrikker

Biogas kan blive en helt central teknologi for økologiske jordbrug. I biogasanlæg udnyttes det letomsættelige organiske materiale til produktion af biogas, der kan udnyttes til produktion af el og varme. Samtidigt fastholdes næringsstofferne fra det organiske materiale på en form, der kan udnyttes gødningsmæssigt.

Biogasanlæg kan udnytte den gylle og dybstrøelse, som allerede findes i økologisk jordbrug. Dertil kan suppleres med græs fra kløvergræsmarker eller fra de enge, som ellers vil gro til, når EU's landbrugsreform gør det uøkonomisk at afgræsse dem.

Biogas kan således udnyttes uden at kompromittere næringsstofbalancen i det økologisk jordbrug. Faktisk kan biogasanlæg fungere som små økologiske gødningsfabrikker ved at frigøre næringsstoffer fra græsmarkerne. Herved mindskes behovet for anvendelse af konventionel husdyrgødning på de økologiske planteavlsbrug.

Hvis der produceres biogas af al den økologiske husdyrgødning, som afsættes på stald, kan der fortrænges fossil energi til elproduktion i størrelsesordenen 0,8 PJ. Hvis der desuden produceres biogas af kløvergræs, dyrket på cirka 10 procent af det økologiske areal, forøges den potentielle for-



arkivfoto: biopress

*Biogas kan udnyttes uden at kompromittere næringsstofbalancen i det økologisk jordbrug.*

trængning af fossil energi til omkring 1,8 PJ, hvilket svarer til elforbruget i over 50.000 husstande. Da der kun bruges 0,6 PJ til fremstilling af det direkte elforbrug i økologisk jordbrug, kan der altså alene ud fra biogas produceres en tre gange større energimængde, end der forbruges i sektoren (se tabel 1).

### Grøn olie til traktoren

Ved at dyrke raps eller andre mere hårdføre olieplanter på cirka 10 procent af det økologiske areal kan halvdelen af det nuværende olieforbrug til traktordrift erstattes. Samtidig produceres der cirka 22.000 tons rapskager, som kan blive et vigtigt bidrag til selvforsyning med kraftfoder til kvæget.

Det skal bemærkes, at der i denne sammenhæng ikke er tale om at fremstille biodiesel på store centrale anlæg, hvor en del af energigevinsten går tabt som procesenergi. Der er derimod tale om at opstille rapspresser lokalt på de enkelte gårde eller i samarbejde mellem flere gårde, og at bruge den rå olie direkte i traktorerne.

Det vil være en stor ændring og sædskiftemæssigt betænkeligt at dyrke raps på mere end 10 procent af det økologiske areal, og erstatningen af det nuværende dieselforbrug er derfor den vanskeligste opgave. Biogas kan dog også udnyttes til traktordrift, men det er teknisk mere vanskeligt at gennemføre decentralt.

### Drivhusgasser

Indførelse af energiproduktion i økologisk jordbrug kan give afledte posi-

tive drifts- og miljømæssige effekter. Biogas af én eller to kløvergræsmarker ud af et ti-markssædskifte på planteavlbrug vil således resultere i bedre udbytte og mindre nitratudvaskning.

I kløvergræsmarken vil bælgplanternes knoldbakterier opsamle atmosfærisk kvælstof og lagre dette i plantemassen. I grønbrakmarker på planteavlbrugene tilbageføres kløvergræsset til jorden, som dermed gøder de efterfølgende afgrøder. Hvis kløvergræsset i stedet bliver afgasset kan afgasningsproduktet fordeles bedre i sædskiftet med gunstig effekt på både udbytter og kvælstofudnyttelse.

En anden positiv sidegevinst ved biogas er, at metanudslippet fra lagring af gødningen mindskes. Da metan er en kraftig drivhusgas, vil dette reducere økologisk jordbrugs klimapåvirkning.

Modelberegninger viser, at økologisk planteavl har et lille klimaforspring i forhold til konventionel dyrkning, idet den økologiske drift fører til lagring af CO<sub>2</sub> i jordens pulje af organisk stof. Men hvis økologisk jordbrug skal blive et virkeligt stærkt bud på et klimaneutralt jordbrug, skal der arbejdes med yderligere dokumentation af, hvor stor udledningen af lattergas er, da det er en endnu stærkere drivhusgas.

### Recirkulering

I biogasanlæg kan recirkuleres husholdningsaffald, slam og andre næringsstofholdige affaldsprodukter. Det giver mulighed for at lukke hullet i det økologiske kredsløb ved for-



foto: torben skott/biopress

*Ved at dyrke raps eller andre mere hårdføre olieplanter på cirka 10 procent af det økologiske areal kan halvdelen af det nuværende olieforbrug til traktordrift erstattes.*



foto: torben skott/biopress

*Hvis biomassen fra uudnyttede engarealer udnyttes i biogasanlæg, slås flere fluer med et smæk: Der produceres vedvarende energi, udledningen af næringsstoffer reduceres og der skabes bedre betingelser for en varieret flora.*

*Tabel 1. Energiforbruget i økologisk jordbrug, samt mulighederne for at erstatte fossil brændsel med vedvarende energi.*

Energiforbrug i økologisk jordbrug	Petajoule
El	0,6
Olie	0,7
Indirekte energiforbrug	1,2
I alt	2,5

Energiproduktion i økologisk jordbrug	Petajoule
Biogas af al husdyrgødning fra stald	0,8
Biogas af kløvergræs på 18-19.000 hektar	1,0
Rapsdyrkning på 18-19.000 hektar	0,4
Husstandsmøller ved ¼ af ejendommene	0,3
I alt	2,5

# Frilandsgrise og bioenergi



foto: torben skott/lopress

Glade grise er sunde grise og der er ingen tvivl om, at grisene stortrives i den frie natur. Der er bare et problem: Grisenes efterladenskaber bidrager til forureningen af vores vandmiljø. De elsker at rode og derved forsvinder græs og anden form for vegetation, der kan opsamle næringsstofferne. Hvis grisene i stedet færdes i plantager med elletræer – der kan udnyttes til energiproduktion – er det sandsynligt, at træerne vil kunne tolerere grisenes rodeadfærd og dermed hindre kvælstofudvaskning.

bedret recirkulering fra by til land. Det vil dog i givet fald kræve fornyet diskussion af principperne i økologisk jordbrug, hvor det i dag er forbudt at bruge slam.

Hvis biomassen fra uudnyttede engarealer udnyttes i biogasanlæg, slås flere fluer med et smæk: Det er vigtigt at fjerne næringsstoffer fra engene, dels for at mindske udledningen til åer og søer, dels for at give bedre betingelser til en varieret flora, som ellers kan kvæles i næringsstoffer. Økologisk jordbrug har til gengæld hårdt brug for næringsstofferne og de har brug for den energi, som biogasanlæggene kan levere.

## Frilandsgrise

Det er også muligt at kombinere energi- og fødevarerproduktion på det samme areal, for eksempel ved at holde frilandsgrise i beplantninger af elletræer. Det vil forbedre grisenes velfærd og elletræerne kan bruges til energiproduktion på samme måde som energipil.

I en beplantning med elletræer kan grisene finde skygge og skjul og de

kan få lov til at udføre deres naturlige rodeadfærd. I dag er det en udbredt praksis, at frilandsgrise får en ring i trynen, hvilket er et kompromis mellem miljø og dyrevelfærd. Ringen skal nemlig sikre, at grisene ikke roder græsset op, for derved øges nitratudvaskningen. Det er sandsynligt, at elletræerne med deres dybe rodnet og kraftige stammer vil kunne tolerere grisenes rodeadfærd og dermed hindre kvælstofudvaskning.

## Fællesanlæg

Det er muligt at producere biogas, rapsolie samt varme og strøm fra træ decentralt på den enkelte gård. Det gælder dog mere eller mindre udpræget for alle teknologier, at der vil være fordele ved at samle energiomsætningen i lidt større fællesanlæg, der stadig kun dækker et mindre lokalområde.

Ud over tekniske stordriftsfordele ved et fællesanlæg giver et sådant mulighed for at ansætte en driftsleder, som har større teknisk viden og kan koncentrere sit arbejde om at op-

timere energiproduktionen. På et fællesanlæg kan energiproduktionen eventuelt kombineres med andre produktioner, for eksempel tørring af korn eller grøntpiller, således at "spildvarme" fra biogasproduktion eller fra en træfyret Stirlingmotor kan udnyttes optimalt. Et sådant koncept er beskrevet i et konkret fælles biogasprojekt blandt landmænd fra Give.

## Økonomien

Det er vanskeligt at vurdere økonomien i at producere og udnytte vedvarende energi i økologisk jordbrug. Det vil afhænge af graden af udvikling og værdien af de mange synergieffekter. Men da energiomkostningerne i økologisk jordbrug kun udgør cirka fem procent af de samlede driftsomkostninger, vil en eventuel merpris på energi ikke medføre en større ændring af produktprisen. En merpris skal i givet fald vejes op imod den forbedrede miljøværdi, og dermed bedre produktimage, af en økologiske vare produceret uden brug af fossil energi.

Potentialet for produktion af energi i økologisk jordbrug er som nævnt så stort, at det teoretisk set er forholdsvis let at blive selvforsynende med det direkte energiforbrug. Teknologien til udnyttelse af de mulige energikilder i biomasse, vind og sol er stort set udviklet til et kommercielt niveau. Hvorvidt økologisk jordbrug skal blive selvforsynende med energi er derfor i høj grad et spørgsmål om politisk prioritering, om nye samarbejdsmodeller, om driftsøkonomi og om vedholdende teknologiudvikling. ■

Forfatterne til artiklen er alle forskere ved Danmarks Jordbrugs-Forskning. Sammen med eksperter inden for blandt andet energiproduktion har de deltaget i et udredningsarbejde, en såkaldt vidensyntese, som er udført ved Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO). Arbejdet offentliggøres i en rapport, som udkommer medio april. Rapporten kan hentes på FØJO's hjemmeside: [www.foejo.dk](http://www.foejo.dk)



# Ethanol-projekt skrider planmæssigt frem



foto: elsam

Elsams store ethanol-projekt, med et samlet budget på 100 millioner kroner, skrider planmæssigt frem. Et laboratorieanlæg, der kan behandle omkring 100 kg halm i timen, er gennem længere tid blevet testet på Fynsværket. Næste fase bliver opførelsen af et pilotanlæg til et tons halm i timen.

Af Torben Skøtt

Hvis man kan producere ethanol på basis af halm og husholdningsaffald, og restproduktet blot bliver endnu mere velegnet som brændsel, har man skabt en teknologi, der kan få enorm betydning for udnyttelsen af biomasse overalt i verden. Det er baggrunden for at Elsam, i samarbejde med aktører i såvel Spanien som England, har valgt at stå i spidsen for EU's største ethanol-projekt.

– Målet er at kunne udnytte biomassen på en mere intelligent måde, forklarer ingeniør Charles Nielsen fra Elsam, der leder det ambitiøse projekt.

– Til at begynde med har vi valgt at fokusere på halm og husholdningsaffald, men målet er at udvikle et multianlæg, der kan omdanne en lang række forskellige biomasser til foder samt flydende og faste biobrændsler.

Elsam har efterhånden en del erfaring med afbrænding af forskellige typer biomasse som halm, træ og husholdningsaffald. Halmen har dog ved ofte givet selskabet problemer, fordi halm indeholder kaliumklorid, der kan medføre tæring på kraftværkerne.

Kaliumklorid kan imidlertid fjernes ved en forholdsvis simpel vaskproces eller ved at man ganske enkelt lader halmen ligge et stykke tid på marken inden den bjerges.

I laboratorieanlægget på Fynsværket foregår udvaskningen ved hjælp af trykkogning. Derved får man et bedre brændsel og man får en væskefraktion, som kan bruges til fremstilling af ethanol.

Opbygning af pilotanlægget på Fynsværket, sommeren 2003.

Laboratorieanlægget blev opbygget sidste sommer og siden da har man haft lejlighed til at køre en række forsøg med forbehandling og trykkogning af halmen, ligesom man har udført forsøg med husholdningsaffald. Næste fase bliver udvikling af selve ethanol-processen, hvor der blandt andet skal arbejdes med udvikling af mikroorganismer, som kan optimere processen. Derefter skal der etableres et pilotanlæg, som kan håndtere omkring et tons halm i timen. Sidste fase, inden projektet afsluttes i foråret 2006, bliver design af et fuldskala-anlæg, der kan håndtere 450.000 tons biomasse om året.

– Vi så gerne, at der blev etableret et fuldskala-anlæg i Danmark, men det er ikke realistisk, så længe regeringen holder fast i, at der skal betales de samme afgifter af flydende biobrændsler som fossile brændsler. Næsten alle andre EU-lande har fritaget biobrændsler for afgifter, så det vil være oplagt at placere et anlæg i de lande, siger Charles Nielsen, der ikke lægger skjul på, at han er frustreret over den danske politik på området. ■

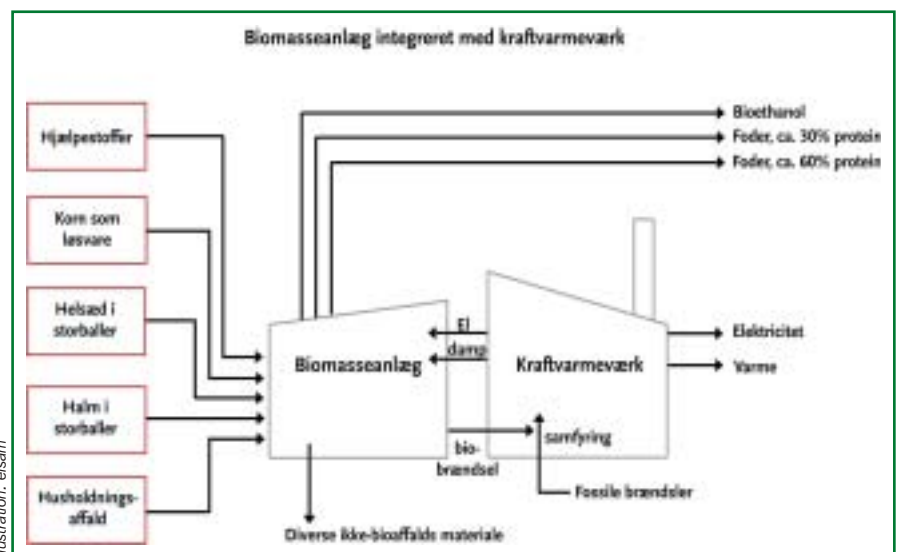


illustration: elsam

# Fortsat adgang til international forskning

Energistyrelsen har besluttet at finansiere hovedparten af den danske deltagelse i det Internationale Energi Agenturs arbejdsgruppe om forbrænding og samforbrænding af biomasse i de næste to år. Dermed er Danmark sikret fortsat adgang til denne guldgrube af information om forbrænding af biomasse.

*Af Anders Evald*

Undertegnede er udpeget som dansk repræsentant i den kommende periode. I arbejdsgruppen om forbrænding og samforbrænding af biomasse fortsætter følgende lande: Holland, Danmark, Østrig, Schweiz, Norge, Sverige, Australien, Canada, EU-kommisjonen og sandsynligvis Belgien og Storbritannien. New Zealand, USA og Finland trækker sig derimod ud af arbejdet.

Der blev afholdt møde i arbejdsgruppen i Japan i slutningen af oktober sammen med to andre grupper, der arbejder med henholdsvis forgasning af biomasse og affaldsforbrænding. Der var dels møder i de enkelte grupper, dels en fælles dag med mange interessante indlæg. Derudover var der ekskursion til forgasnings- og forbrændingsanlæg og et åbent seminar. Her kunne man blandt andet få et godt indtryk af højeffektive forbrændingsystemer til affald og den energimæssige situation i Japan. Selvforsyningsgraden inden for energi er på kun fire procent og landet har påtaget sig store forpligtelser med hensyn til at reducere udslippet af drivhusgasser.

Med hensyn affaldsforbrænding var der især to områder, som vakte opmærksomhed. For det første synes det at være kommerciel teknologi, at anlæggene efterbehandler slagen i en smelteproces. Her udskilles metaller, oxider og gasformige tungmetaller i tre fraktioner til hver sin form for viderebehandling/genanvendelse.



foto: martin witrup hansen

*Mitubishi's forsøgsanlæg nær Tokyo til højeffektiv affaldsforbrænding i fluid bed med damp og ilt som fluidiseringsmedium.*

For det andet var affaldsforbrændingsanlæggene indrettet med kliniske besøgsafdelinger, hvor alle dele af processen kunne ses – uden at man kom i kontakt med noget som helst snavset. Ideen er at skabe accept i offentligheden af en helt nødvendig teknologi til affaldshåndtering/energiproduktion.

## Nye rapporter

Arbejdsgruppen om forbrænding og samforbrænding af biomasse har for nylig udgivet to interessante rapporter fra henholdsvis Ingvald Oberberger og hans kollega Gerold Thek i Østrig. Det er resultatet af et projekt om praktiske erfaringer med biomassebaserede kraftvarmeanlæg i de

medlemslande, der deltager i arbejdsgruppen.

Danmark spiller en central rolle i rapporterne, hvor især John Jessen fra Assens Fjernvarme har bidraget med værdifulde oplysninger. Der er mange detaljer i de to rapporter, som kan downloades fra [www.ieabcc.nl](http://www.ieabcc.nl) eller bestilles hos [hje@force.dk](mailto:hje@force.dk).

## Nyheder

Næste møde i arbejdsgruppen afholdes fredag den 14. maj i forbindelse med biomassekonferencen i Rom. Bemærk også, at der samme dag afholdes konference-workshop om samforbrænding af biomasse.

Nyheder fra arbejdsgruppen udsendes per e-mail til alle interessere-

# Fra gylle til brint eller råolie

**Det er velkendt at der kan produceres biogas ud fra gylle, men noget tyder på, at gylle også kan omsættes til både brint og råolie.**

Forskere på Danmarks Tekniske Universitet har fundet en metode til at producere brint ved hjælp af gylle og husholdningsaffald. Kan teknologien fungere i praksis i større skala vil vejen være banet for et miljømæssigt gennembrud, idet hovedparten af al brint i dag produceres ved hjælp af naturgas.

Ved hjælp af mikroorganismer er det muligt at omdanne organisk materiale til brint i en lukket tank. Men i løbet af 1-2 dage begynder andre mikroorganismer at omdanne biomassen til metangas og i den proces forsvinder brinten. Projektet går derfor ud på at konstruere en fortank til eksisterende biogasanlæg, hvor brinten bliver udskilt inden biomassen pumpes ind i biogasanlægget.

I forsøgsopstillingen på Danmarks Tekniske Universitet har forskerne brugt en membran til at udskille brinten fra fortanken. Ved den lejlighed har det samtidig vist sig, at biogasproduktionen bliver forøget med cirka 20 procent, fordi en række svært omsættelige stoffer i gyllen nedbry-

des i Danmark. Vi bestræber os på at udsende 3-6 e-mails/år med de væsentligste nyheder. Med hver e-mail følger en litteraturliste med de nyeste udgivelser i gruppens regi. Eksempelvis er bogen "Handbook of Biomass Combustion and Co-Firing" en glimrende lærebog – nu genoptrykt i paperback kvalitet. Vi har stadig to eksemplarer liggende af første oplag.

*Tilmelding til nyhedsbrevet kan ske til adressen [hje@force.dk](mailto:hje@force.dk).*

*Anders Evald er ingeniør og ansat i FORCE Technology. FORCE Technology overtog per 1. januar 2004 alle aktiviteter i dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ. Læs mere på [www.force.dk](http://www.force.dk).*



arkivfoto: biopress

des ved brintproduktionen. Derved bliver det lettere for metanbakterierne at omsætte den resterende biomasse til gas.

## Fra gylle til olie

I USA arbejder et forskerhold på University of Illinois på at forvandle svinegylle til en form for råolie, der efterfølgende kan raffineres til for eksempel fyringsolie

Processen, hvorved gyllen nedbrydes og forvandles til olie, kræver meget høj varme og meget højt tryk. Det er i princippet det samme, der sker i

naturen, når organisk materiale forvandles til olie. I naturen foregår det dog i løbet af århundreder, mens det i laboratoriet kan gøres på en halv time.

Problemet indtil videre er, at det i laboratoriet kun er ganske små mængder gylle ad gangen, der kan omdannes til råolie. Skal ideen fungere i praksis, skal der udvikles metoder og udstyr, der kan håndtere store mængder gylle.

*Kilde: Jyllands-Posten den 24. marts 2004 og Landbrugsavisen, den 16. april 2004.*

## Milepæl for ethanol-projekt

Novozymes har nået en milepæl i et projekt med at omdanne biomasse til ethanol. Firmaet arbejder på at udvikle enzymer, der kan reducere omkostningerne ved fremstilling af ethanol og man fik i 2001 bevilget 87 millioner kroner til et treårigt samarbejde med National Renewable Energy Laboratory i USA. Målet var, at reducere omkostningerne til fremstilling af enzymer med en faktor 10, men for nylig lykkedes det firmaet at reducere omkostningerne med en faktor 12.

Samtidig har Bush-regeringen besluttet at bruge flere penge på ethanol-teknologien. De bilprodu-

center, der fortsat understøtter teknologien, vil fremover kunne hente støtte, selv om bilproducenterne ikke forbedrer effektiviteten.

I 2003 steg den amerikanske produktion af ethanol med omkring 30 procent. Men det er fortsat kun en procent af de amerikanske biler, der kan anvende både benzin og ethanolblanding. Og færre end 200 af de 176.000 benzinstationer tilbyder ethanol som erstatning for det giftige tilsætningsstof MTBE.

*Kilde: Børsen, den 10. februar 2004 og Økonomisk Ugebrev, den 1. marts 2004.*

**FIB** – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, Elsam og Energi E2. Nyhedsbrevet, der er gratis, udkommer seks 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 leveres som et indstik i tidsskriftet Dansk BioEnergi. Yderligere eksemplarer af den danske udgave kan rekvireres hos BioPress, e-mail [biopress@biopress.dk](mailto:biopress@biopress.dk), telefon 8617 3407.

**Ansvarshavende redaktør:**  
Journalist Torben Skøtt

**Produktion:**  
BioPress  
Vestre Skovvej 8  
8240 Risskov  
Telefon 8617 3407  
Telefax 8617 8507  
E-mail: [biopress@biopress.dk](mailto:biopress@biopress.dk)  
Hjemmeside: [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)

**Forsidefoto:**  
Henrik Carlsen og Elsam

**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 2004.  
Deadline for redaktionelt stof er den 15. maj 2004.



arkivfoto: biopress

## Nyt center for biogas og gyllebehandling

Ambitiøst projekt skal sætte fokus på udvikling af teknologi til behandling af gylle via øget samarbejde mellem private virksomheder og den offentlige forskning. Projektet er samtidigt startskuddet til etablering af et nyt center for gyllebehandling og biogas i Foulum.

Det er Viborg Amt, der i samarbejde med Agro Business Park og Danmarks JordbrugsForskning er initiativtager til projektet. Der er et samlet budget på 8 millioner kroner, hvoraf EU og Fødevareministeriet har bidraget med tilsammen 4 millioner kroner.

Amtsborgmester Bent Hansen lægger ikke skjul på, at der ligger store ambitioner bag de planer, som Viborg Amt, Agro Business Park og Danmarks JordbrugsForskning nu sætter i værk, og at det konkrete projekt kun er startskuddet:

– Ambitionen er at etablere et nationalt center for gyllebehandlingsteknologi i Foulum, som skal være det førende i Nordeuropa. Det kan vi naturligvis ikke gøre alene. Ud over virksomhederne lægger projektet derfor op til et bredt samarbejde med Dansk Industri, Dansk Landbrug, Brancheforeningen for Biogas, andre forsknings- og vidensinstitutioner og relevante myndigheder.

Et af formålene med projektet er at tilbyde et samarbejde med virksomheder og iværksættere om konkrete udviklingsprojekter.

– Forskningsbaserede udviklingsprojekter kræver et stort forarbejde, og det er ofte både tungt og uoverskueligt for virksomhederne. Men det er ikke desto mindre en meget vigtig del af processen, fortæller direktør i Agro Business Park, René Damkjær.

**Biogas- og separationsanlæg**  
Fødevareminister Mariann Fischer Boel har allerede besluttet, at der skal etableres et biogas- og gylleseparationsanlæg på Danmarks JordbrugsForskning i Foulum.

– Med dette anlæg får vi nogle meget attraktive faciliteter, både til forskning og til de praktiske udviklingsopgaver. Det nye projekt får fokus på samarbejdet med virksomhederne, og kommer derfor til at spille rigtig godt sammen med den forskningsmæssige opprioritering, der i øjeblikket sker på området, siger Søren Mikkelsen, der er vicedirektør i Danmark JordbrugsForskning.

– Det langsigtede mål er at skabe et forsknings- og udviklingsmiljø for gyllebehandlingsteknologi i Foulum. Et miljø, som gør det attraktivt for danske og udenlandske virksomheder at etablere sig i området. ■