



World Energy Showroom	3
1.000 driftstimer med forgasningsanlæg	3
Biobrændstoffer i strid mod vind	4
Grisefedt og affald bliver til diesel	6
Anlæg til bioethanol på Bornholm	7
Nye typer kraftfoder til energiformål	8
Fremtidens biogas- fællesanlæg	10
Brug ikke halm til biobrændstoffer	12

Fremtidens superfleksible kraftværk

Energinet.dk har bevilget knap 29 millioner kroner til et konsortium, der skal udvikle fremtidens kraftværk. Det skal være superfleksibelt, så der bliver plads til langt mere vedvarende energi i energisystemet; det skal kunne bruge mange forskellige typer brændsler, og så skal det kunne producere gas og flydende brændstoffer til transportsektoren.

Af Torben Skøtt

Det er intet mindre end et Columbusæg forskerne bag et nyt udviklingsprojekt REncience har fået øje på. Ved at kombinere den nyeste teknologi inden for forbehandling af biomasse med et forgasningsanlæg, vil de skabe et superfleksibelt kraftværk, der kan anvende et utal af forskellige brændsler og producere el, varme, gas eller flydende brændstoffer alt afhængig af, hvad der er mest brug for.

Energinet.dk ser store muligheder i konceptet, og man har derfor bevilget knap 29 millioner kroner ud af en sam-

let pulje på 130 millioner til et konsortium, der skal arbejde videre med ideerne i de næste fire år. De råder foreløbigt over et budget på 55 millioner kroner, men det er imidlertid ikke nok til, at der bliver etableret et samlet pilotanlæg i Danmark. Projektet er nemlig så omfattende, at flere af processerne skal testes på udenlandske anlæg, mens forbehandlingen af brændstofferne og omdannelsen af gas til flydende brændsler vil blive afprøvet på anlæg, der er bygget i Danmark.

– Konceptet er genialt, og derfor har vi valgt at give det en af de helt store bevillinger, siger Steen Vestervang, der er forskningskoordinator hos Energinet.dk.

– Hvis vi skal have mere vedvarende energi ind i elsystemet, er det tvingende nødvendigt, at vi får udviklet en ny generation af kraftværker, som hurtigt kan regulere op og ned for produktionen af el. Det vil give plads til flere vindmøller, bølgekraft og solenergi, siger forskningskoordinatoren, der også ser store perspektiver i, at man nu får udviklet nye metoder til produktion af flydende brændstoffer.

Det bliver DONG Energy, der kommer til at stå for ledelsen af det nye pro- ►

- ▶ jekt. De øvrige deltagere er Haldor Topsøe, Novozymes, Amagerforbrænding, Det Biovidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet samt Miljø og Ressourcer på Danmarks Tekniske Universitet.

Bruger erfaringerne fra IBUS

Når DONG Energy har valgt at stå for projektledelsen hænger det ikke mindst sammen med deres ekspertise inden for kraftværksteknologi, men også at de igennem det såkaldte IBUS-projekt har fået en række positive erfaringer med forbehandling af biomasse.

I IBUS-processen bliver biomassen brugt til produktion af ethanol, brændsel og foder. I det nye REnescience-projekt skal biomassen først omdannes til gas, hvorefter gassen kan anvendes til produktion af kraftvarme eller til fremstilling af syntetisk benzin.

De to systemer har forbehandlingen til fælles, men ellers er der ikke mange lighedspunkter. REnescience er nemlig ikke kun baseret på at kunne bruge biomasse og affald. En væsentlig del af brændslet bliver kul, fordi der ganske enkelt bliver tale om så store anlæg, at man vil få svært ved at skaffe tilstrækkeligt med biomasse og affald inden for en overskuelig radius.

I REnescience skal de forskellige brændsler findeles, varmes op og tilsættes enzymer, så man får en "grød", der kan pumpes ind i en højtryksforgasser. Processen skal i første omgang testes hos DONG Energy i Skærbæk, hvor der skal etableres et pilotanlæg i 2009, som efterfølgende bliver flyttet til Amagerforbrænding. Her skal der køres forsøg med forskellige typer affald, og hvordan man mest hensigtsmæssigt får frasorteres de forskellige metal- og plastdele, som ikke kan forgasses.

Opsamler CO₂

Højtryksforgassere er i dag kendt teknologi, som mange steder anvendes til forgasning af kul. Tyskerne klarede sig således igennem 2. verdenskrig ved at forgasse kul og efterfølgende omdanne gassen til flydende brændsler gennem den såkaldte Fischer-Tropsch proces. Senere blev processen udviklet yderligere i blandt andet Sydafrika i de år, hvor landet var



foto: torben skøtt/biopress

Erfaringerne fra IBUS-projektet med forbehandling af biomasse vil blive brugt i det nye projekt, der har fået navnet REnescience.

underlagt en omfattende olieembargo, og Sydafrika er i dag det land i verden, der har den største ekspertise inden for kulforgasning.

En af strategierne bag REnescience-projektet er, at forskerne i første om-

gang vil koncentrere sig om de områder, hvor Danmark står stærkt. Det vil sige forbehandling af brændslerne og omdannelse af gassen til syntetisk benzin, hvor ikke mindst Haldor Topsøe har en betydelig ekspertise.

– Når det drejer sig om selve forgasningsprocessen vil vi benytte os af nogle af de anlæg, som findes i blandt andet Tyskland og Spanien, forklarer kemiingeniør Martin Møller fra DONG Energy. Han har en fortid hos Haldor Topsøe, og er en af idémændene bag projektet, som han nu skal koncentrere sig om i de kommende år.

Ifølge Martin Møller er der mange fordele ved at anvende højtryksforgasning. Med et tryk på omkring 40 bar og en temperatur på knap 1.700 grader bliver det organiske materiale omsat til gas i løbet af få sekunder, så selv små anlæg vil være i stand til at præstere en betydelig effekt. I forhold

Fakta

Med et kraftværk baseret på principperne i REnescience-projektet bliver det muligt at:

- indpasse store mængder vedvarende energi i elforsyningen
- producere strøm når elprisen er høj, og benzin i de perioder hvor elprisen er lav
- udnytte mange forskellige typer brændsler herunder blandet husholdningsaffald
- opsamle CO₂ fra forgasningsprocessen.

til en biologisk forgasning er processen temmelig ukritisk over for de brændsler som anvendes, og det er forholdsvis enkelt at opsamle indholdet af kuldioxid, som efterfølgende kan lagres i for eksempel salthorste eller pumpes ned i olieletter. På den måde kan kul blive et mere miljøvenligt brændsel og biomassen vil ikke blot være CO₂-neutral, men CO₂-negativ.

Fra gas til benzin

Et af de andre hovedelementer i RE-nescience er omdannelse af gas til syntetisk benzin. Det skal ske ved hjælp af en katalysator, som er udviklet af Haldor Topsøe i begyndelsen af 1980'erne. Dengang var projektet teknisk set en succes, og der blev blandt andet bygget et pilotanlæg i Houston i USA, men da olieprisen efterfølgende faldt, blev teknologien gemt af vejen.

– Konceptet var i sin tid baseret på naturgas, men der er ikke den store forskel på naturgas og den syntesegas, som højtryksforgasseren kan levere, fortæller Finn Joensen fra Haldor Topsøe. Han vurderer, at en af de nye udfordringer bliver at kunne variere belastningen afhængig af elmarkedet, og demonstrere at processen også kan fungere i stor skala.

Haldor Topsøes proces, der kaldes for Tigas, er på mange måder mere enkel og nemmere at håndtere end den velkendte Fischer-Tropsch proces, hvor man i princippet producerer råolie, som efterfølgende skal raffineres. Virksomheden skal nu i gang med at bygge et pilotanlæg, som efterfølgende flyttes til Spanien, hvor det skal testes med gas fra et stort kommercielt forgasningsanlæg. ■



foto: torben skøtt/biopress

Danmark bør have et udstillingsvindue klar til Klimatopmødet i 2009, så vi kan vise omverdenen, hvordan en storby kan blive bæredygtig hvad angår energi, miljø og affaldshåndtering.

Står det til Ulla Röttger, direktør for Amagerforbrænding, så skal Amager være et udstillingsvindue – et World Energy Showroom – der kan vise deltagere i Klimatopmødet i 2009, hvad Danmark kan tilbyde inden for energi- og miljøteknologi.

– Og når de tager hjem fra topmødet, så lader vi dem ikke i fred, siger Ulla Röttger. Hun mener, det i dag er alt for tilfældigt, hvordan udlændinge bliver opmærksomme på de kompetencer, vi har Danmark.

– Vi mangler en samlet og professionel markedsføring, og her vil Amager være et oplagt udstillingsvindue til Klimatopmødet i 2009. Vi har biomassefyret kraftvarme, affaldsbehandling og spilderensningsanlæg med energiudnyttelse, udvinding af geoter-

misk energi, vindmøller til lands og vands, jordrensning og meget mere, forklarer Ulla Röttger.

Lanceringen af Amager som en slags energi-mekka kommer dog ikke til at ske på bekostning af de andre energi-attraktioner i Danmark. Hensigten er, at World Energy Showroom skal fungere som både et udstillingsvindue og en indgang til en række andre projekter, hvad enten det drejer sig om brintbiler i Ringkøbing, bølgekraft i Sdr. Nissum, brændselsceller i Svendborg eller VE-øer som Samsø og Ærø.

Ulla Röttger er godt klar over, at der ligger meget arbejde forude, før alle aftaler er faldet på plads, men hun har en positiv dialog med flere af de store virksomheder inden for energisektoren, og hun håber, regeringen vil bakke op om initiativet. Første opgave bliver at få etableret et sekretariat, som skal være på plads i løbet af efteråret, hvorefter de forskellige virksomheder har frem til topmødet med at få deres anlæg på plads. TS

1.000 driftstimer med nyudviklet forgasningsanlæg

Natten til den 14. marts rundede et nyudviklet forgasningsanlæg, opført af BioSynergi Proces, de første 1.000 driftstimer. Selve begivenheden fandt sted i stilhed, mens anlægget stod og snurrede i ubemandet drift.

Den vellykkede udvikling betyder, at biomassebaserede kraftvarmeanlæg til virksomheder og fjernvarmeværker med op til 500 forbrugere er inden

for rækkevidde. Det vil betyde både billigere og mere miljøvenlig el og varme, oplyser Henrik Houmann, der er direktør for BioSynergi Proces.

Forgasningsanlægget er placeret i Græsted i Nordsjælland og er opført i tilknytning til Græsted Fjernvarme, der aftager den producerede varme, mens strømmen sælges til det offentlige forsyningsnet. Næste fase bliver opførelse af et anlæg med en effekt på 300 kW eller cirka fire gange så

meget, som anlægget i Græsted kan præstere.

– Vi har fået tre millioner kroner af Energinet.dk til udvikling af det nye anlæg, og vi har kontakt til et fjernvarmeselskab, som er interesseret i at være anlægsvært. Nu skal vi i gang med at finde investorer, som vil skyde kapital i det nye anlæg, og vi skal have lavet en plan for salg og markedsføring af teknologien, fortæller Henrik Houmann. TS

Biobrændstoffer i strid mod vind

Kritikken af biobrændstoffer tager til. NGO'er fra det meste af verden frygter, at den grønne olie vil undergrave fødevarerikkerheden, og herhjemme viser nye beregninger, at biobrændstoffer giver meget lidt miljø for pengene. Man holder befolkningen for nar, ved at præsentere det her som en løsning, siger kendt forsker i miljøregnskaber.

Af Torben Skøtt

Diskussionerne om anvendelse af vedvarende energi plejer normalt at følge et helt fast mønster: På den ene side har vi miljøfolkene, NGO'erne og hovedparten af venstrefløjen, der argumenterer for, at vi skal satse 100 procent på vedvarende energi. På den anden side står højrefløjen og store dele af industrien, der er mere tilbageholdende og i højere grad vil lade markedet afgøre, i hvilken udstrækning vedvarende energi skal overtage de fossile brændslers rolle.

Men når debatten drejer sig om biobrændstoffer bliver billedet mere broget. Her er det i højere grad industrien, der presser på for at få afsat midler til den nødvendige forskning og udvikling, og ikke mindst få skabt

de nødvendige rammebetingelser, så den grønne olie kan komme ud på markedet. NGO'er og miljøeksperter bliver til gengæld mere og mere betænkelige ved de problemer, der kan opstå, hvis store mængder biomasse skal omdannes til flydende brændsler. For nylig har over 200 miljø- og udviklingsorganisationer appelleret til Europas ledere om ikke at vedtage bindende mål om biobrændstoffer. De frygter, at millioner af hektar regnskov, naturarealer og landbrugsarealer vil blive omdannet til monokulturer med det ene formål at levere råvarer til ethanolfabrikkerne. Det kan få katastrofale følger for klimaet, de lokale samfund og ikke mindst fødevarerikkerheden.

Befolkningen holdes for nar

Herhjemme er en af de skarpeste kritikere af biobrændstoffer Henrik Wenzel, der er ekspert i miljøregnskaber og i dag ansat som lektor på Syddansk Universitet i Odense. Han mener, der nærmest står idiot på ryggen af os, hvis vi satser massivt på at lave biomasse om til flydende brændstoffer, når vi samtidig anvender værdifulde brændsler som olie og gas til kraftvarme. Derved sætter han samtidig et stort spørgsmålstejn ved det rimelige i, at det offentlige bruger store summer på at udvikle en teknologi, som meget vel kan vise sig at være overflødig.

– Man holder befolkning for nar ved at præsentere det her som en løsning. Der er hverken miljø, økonomi eller tilstrækkeligt med volumen til at det kan løse transportsektorens energiproblemer, og det er et korthus, der før eller siden vil styrte sammen, siger lektoren, der i dag får opbakning fra flere og flere miljøorganisationer.

Et hurtigt kikk i de seneste rapporter om den grønne olie viser da også, at Henrik Wenzel har noget at have kritikken i. I Teknologirådets rapport ”Morgendagens Transportbrændstoffer” vurderes det således, at CO₂-reduktionsomkostningerne ved at anvende biobrændstoffer fra 1. generation ligger på 900 – 1.100 kroner/ton CO₂, mens det tilsvarende tal for 2. generationsteknologierne er helt oppe på 1.900 kroner/ton. Det er langt dyrere end at anvende biomasse til kraftvarme, hvor omkostningerne ligger på omkring 300 kroner/ton CO₂ for slet ikke at tale om biogas til kraftvarme, hvor omkostningerne er helt nede på 40 kroner/ton CO₂.

Stort erhvervspotentiale

På den baggrund kan det virke lidt besynderligt, at såvel regeringen som oppositionen er så begejstrede for den nye teknologi, når man i årevis har afvist 1. generationsanlæggene, fordi de giver for lidt miljø for pengene.

– Men der er et langt større erhvervspotentiale i at udvikle 2. generations-



NGO'erne frygter blandt andet, at store naturarealer vil blive omdannet til monokulturer med det ene formål at levere råvarer til ethanolfabrikkerne.

teknologien, siger energipolitisk ordfører for Venstre Lars Christian Lilleholt. Han mener, det er tvingende nødvendigt at få gjort noget ved transportsektorens afhængighed af fossile brændsler, og at vi ikke kan nøjes med kun at producere el og varme, men den argumentation giver Henrik Wenzel ikke meget for:

– Det grundlæggende problem er, at biomasse er en begrænset ressource, og vi får 3 – 4 gange så meget miljø for pengene ved at satse på kraftvarme i stedet for biobrændstoffer. Vil vi gøre transportsektoren ”lysegrøn” ved hjælp af biomasse, så får vi en ”sort” kraftvarmesektor. Det hænger sammen som forbundne kar, siger Henrik Wenzel, der samtidig mener, man skal se hele debatten i et lidt større perspektiv:

– Bioethanol produceret på basis af affald kan dække en meget lille del af transportsektorens energibehov. Sammenholdt med, at transportforbruget stiger med 10 procent over en treårig periode, forslår det som en skrædder i helvede. Om 50 år er vi 50 procent flere mennesker på kloden, og hver person bruger i gennemsnit 3,5 gange så mange ressourcer som i dag. I det perspektiv er der ikke meget biomasse at gøre godt med, så vi skal bruge det med omtanke. Vi har ganske enkelt ikke råd til at lave en bommert af det format, som vi ser i USA, hvor man satser massivt på at bruge bioethanol til transport, siger Henrik Wenzel.

Han er af den opfattelse, at biobrændstoffer ikke har nogen berettigelse, så længe vi bruger olie og gas til at producere el og varme. Vi kan ganske enkelt veksle biomassen til en langt højere kurs inden for kraftvarmesektoren end inden for transportområdet, og vi har formentlig gas og olie til 30 – 40 år endnu.

Brug gas og grisefedt

I dag er der bred enighed om, at kraftvarme giver større CO₂-reduktion end biobrændstoffer, men det får på ingen måde fortalerne for ethanol og biodiesel til at ryste på hånden. De mener, området rummer et betydeligt erhvervs-potentiale, og at vi bliver nødt til at følge med udviklingen for ikke at blive sejlet agterud i forhold til landene omkring os.



foto: torben skøtt/biopress

Ekspert i miljøregnskaber Henrik Wenzel mener man holder befolkningen for nar ved at præsentere biobrændstofferne som en løsning på transportsektorens problemer.

– Isoleret set kan det være fornuftigt nok at forske i alternative brændstoffer, men min påstand er, at når vi ikke længere har olie og gas, så har vi

fået udviklet brændselscellerne og el-bilerne. Det er en langt mere effektivt end at bruge ethanol i forbrændingsmotorer med en samlet virkningsgrad på 10 – 20 procent, forklarer Henrik Wenzel.

Skal vi absolut finde alternativer til benzin og diesel her og nu, peger forskeren på en kombination af naturgas og biogas – en model, som blandt andet svenskerne og tyskerne satser på. Her ser miljøregnskabet fornuftigt ud, og da gas samtidig giver en ren understøtning, er det en model som kan blive meget populær i storbyerne.

Endelig er der produktionen af biodiesel på basis af animalsk fedt, som Daka starter op en gang i løbet af efteråret. Her er der tale om et affaldsprodukt, der tidligere er blevet brugt til opvarmning, men som forholdsvis let kan omdannes til biodiesel. Ifølge Henrik Wenzel er det en langt bedre løsning end at bruge biomasse til diesel og ethanol, blandt andet fordi der kun er et konverterings-tab på omkring 10 procent. ■

Energiforsker:

Kritikere af bioethanol er nogle idioter

Forsker i bioethanol mener, at kritikere af biobrændstoffer er forstokkede og præget af ånden fra Energistyrelsen, der vil have alt energi konverteret til el.

Debatten om biobrændstoffer er til tider både hård og uforsonlig, og nu anklager professor Birgitte Ahring fra Danmarks Tekniske Universitet flere energiforskere for forstokkethed, had til biobrændstoffer og en livsvarig forelskelse i de danske kul- og halmkraftværker. Til Altinget.dk udtaler hun således om de mange kritikere af bioethanol: ”Jeg gider ikke spilde mit liv på idioter”.

Professoren, der forsker i bioethanol og blandt andet står bag Maxifuel-anlægget på DTU, er ikke mindst træt af lektor Henrik Wenzel, som hun anklager for at være ude i et sandt kors-tog mod biobrændstoffer.

Men andre energiforskere går heller ikke ram forbi. Ifølge Birgitte Ahring er kritikere af biobrændstoffer

præget af ånden fra Energistyrelsen, der har været dirigeret af el-folk, som har en forkærlighed for små decentrale kraftvarmeværker.

– Det er deres hellige ko. I deres verden skal alt konverteres til el, før det kan bruges til noget. Men godmorgen, når vi taler om transportsektoren, så har vi først elbilen klar om 20 år, udtaler professoren opgivende til Altinget.dk.

Henrik Wenzel tager de barske ord med ro. Han mener, at man skal se på, hvilke interesser de to har.

– Jeg kan udelukkende leve af at lave præcise miljøanalyser af energiteknologier. Det er, hvad min karriere afhænger af. Det kan man måske godt kalde mit korstog. Men Birgitte Ahrings korstog er jo derimod at styrke forskningen inden for bioethanol, og oven i det har hun også kommercielle interesser. Det håber jeg folk husker på, når de ser, hvad vi hver især er citeret for, siger Henrik Wenzel til Altinget.dk. TS

Grisefedt og affald bliver til diesel

Daka, der hvert år modtager 800.000 tons slagteriaffald og selvdøde dyr, er snart klar med en helt ny type biodiesel, som er mere miljøvenlig end de nuværende former for biobrændstoffer. Inden året er omme, vil virksomheden være i stand til at levere 50.000 tons biodiesel om året, men produktionen kan let fordobles, så man kan dække knap fem procent af Danmarks forbrug af diesel.



foto: torben skøtt/biopress

Af Torben Skøtt

Diesel er fremtidens brændstof, og derfor gælder det om at udvikle miljøvenlige alternativer til den traditionelle diesellole. Det er filosofien bag et nyt konsortium "Waste to Value", som har fået godt 10 millioner kroner af Rådet for Teknologi og Innovation til at udvikle en ny form for biodiesel baseret på blandt andet slagteriaffald og spildevandsslam. Bag konsortiet står virksomhederne Daka, Grundfos, OK og Dinex, samt forskere fra Danmarks Tekniske Universitet og Teknologisk Institut.

Hos Daka syd for Horsens er man allerede i fuld gang med at etablere en fabrik til produktion af biodiesel, som skal stå klar inden årets udgang. Råvarerne bliver fedtholdigt affald fra slagterier og selvdøde dyr, og kapaciteten bliver i første omgang på 50.000 tons om året. Virksomheden har imidlertid tilstrækkeligt med fedt til at kunne udvide produktionen til 100.000 tons om året, og dermed vil den nye type biodiesel kunne dække knap fem procent af danskernes forbrug af diesellole.

Det er den gode nyhed. Den dårlige nyhed er, at Daka formentlig bliver nødt at sende hele produktionen ud af landet på grund af de danske afgiftsregler. På et pressemøde den 27. februar var der ganske vist mange rosende ord fra transport- og energimi-

Fire af projektdeltagerne fra Waste to Value studerer Kjær Andreasens Citroen C5, der har kørt på biodiesel gennem mere end et år. Fra højre er det Kjær Andreasen fra Daka, Svend Lykkemark fra OK, Hans Ove Hansen fra Teknologisk Institut og Ken Friis Hansen fra Dinex.

nister Flemming Hansen om det nye konsortium, men ikke et eneste ord om afgiftslettelser eller tvungen iblanding, som er nødvendigt for at få produktet ud på det danske marked.

Hos Daka undrer teknisk direktør Kjær Andreasen sig over, at ministeren fortsat tøver med konkrete initiativer på området:

– Regeringen har hele tiden sagt, at man ikke vil støtte den traditionelle produktion af ethanol og biodiesel, men vente til at brændstofferne kan produceres på basis af affald. Nu har vi vist, at det kan lade sig gøre, så det virker underligt, hvis vi bliver nødt til

at afsætte produktionen i udlandet, siger Kjær Andreasen.

Større CO₂-fortrængning

Dieselmotorer kører væsentlig længere på literen end benzinmotorer, så alene af den grund kan man opnå en pæn reduktion af CO₂-udslippet ved at bruge diesel i stedet for benzin, forklarer centerchef Frank Elefsen fra Teknologisk Institut. Han ærgrer sig over, at biodiesel er blevet overset i den hjemlige debat, hvor der næsten udelukkende har været fokus på udviklingen af 2. generationsteknologier til produktion af ethanol.

Og på det punkt får han opbakning fra lektor Henrik Wenzel, der forsker i miljøregnskaber på Syddansk Universitet. Han vurderer, at CO₂-fortrængningen fra Daka's biodiesel er cirka dobbelt så stor som fra 2. generations bioethanol. Dertil kommer, at udslippet af partikler og kvælstofoxider er lidt lavere for biodiesel, der er fremstillet af slagteriaffald end ved hjælp af landbrugsafgrøder som raps og soja.

Dakas forsøgsanlæg til produktion af biodiesel i Hedensted syd for Horsens.



foto: torben skøtt/biopress

Eneste ulempe er kuldeegenskaberne, som er lidt dårligere for diesel, der er produceret på basis af animalsk fedt end ved hjælp af raps. I praksis bliver det dog næppe det store problem, fordi biodiesel normalt vil blive blandet op med almindelig dieselolie. I vinterhalvåret kan man derfor vælge at tilsætte en mindre mængde biodiesel end i sommermånederne, hvor kuldeegenskaberne er uden betydning.

Spildevandsslam som råvare

Slagteriaffald og selvdøde dyr er imidlertid ikke den eneste form for råvarer, som det nye konsortium vil tage i anvendelse. Inden for en overskuelig årrække regner man med at kunne fremstille biodiesel på basis af våd biomasse som spildevandsslam og husholdningsaffald. Det skal ske gennem en såkaldt superkritisk proces, hvor man ved hjælp af høje temperaturer og et højt tryk efterligner den proces, der har skabt jordens oliereserver.

Det lyder umiddelbart som en meget energikrævende proces, men ifølge Thorbjørn Machholm fra Grundfos New Business, ser energiregnskabet fornuftigt ud. En stor del af energiforbruget til processen kan nemlig genvindes, og da der er tale om affald på væskeform, er det forholdsvist enkelt at nå op på de meget høje tryk, som processen kræver.

Hos Grundfos skal man nu i gang med at opbygge et pilotanlæg, der kan demonstrere processen i praksis, og hos Danmarks Tekniske Universitet er forskerne i færd med at udvikle en ny type katalysator, som bliver en vigtig komponent i det nye anlæg.

I første omgang satser man på at bruge forholdsvist ufarligt slam fra blandt andet fødevarerindustrier, men senere skal processen også testes på de mere problematiske affaldstyper. Går alt efter planen, vil man allerede i 2010 kunne producere biodiesel på basis af spildevandsslam.

Konsortiet bag Waste to Value vurderer, at spildevandsslam vil kunne dække knap fem procent af danskernes forbrug af dieselolie. Sammen med biodiesel fra Daka vil det således være muligt at erstatte cirka ti procent af dieselforbruget med olie produceret ved hjælp af forskellige typer affald. ■

Anlæg til bioethanol på Bornholm



foto: biogasol

BioGasol, der forsker i fremstilling af ethanol på basis af restprodukter, er parat til at bygge det første anlæg på Bornholm. Anlægget vil koste 275 millioner kroner og producere 10 millioner liter bioethanol om året.

Hvis det står til BioGasol kan bornholmerne om få år køre rundt på bioethanol, der er produceret ved hjælp af affald og restprodukter fra øens landmænd. Selskabet, der blandt andet står bag MaxiFuels-anlægget på Danmarks Tekniske Universitet, har nemlig valgt solskinsøen som det sted, hvor 2. generationsteknologien til fremstilling af ethanol skal opskales til et demonstrationsanlæg.

Efter planen skal anlægget behandle knap 100.000 tons våd biomasse om året, svarende til godt 40.000 tons tørstof. Slutproduktet bliver omkring 10 millioner liter bioethanol og 10.000

MaxiFuels-anlægget på Danmarks Tekniske Universitet.

tons brændselsspiller. Derudover vil der blive produceret 4 millioner kubikmeter biogas, men hovedparten heraf vil blive brugt til at drive anlægget.

Myndighedsbehandlingen er allerede i gang, men finansieringen mangler endnu at falde på plads. BioGasol regner med at få halvdelen af de 275 millioner kroner, der koster at bygge anlægget, fra globaliseringspuljen, hvor regeringen har øremærket 200 millioner kroner til udvikling af bioethanol over de næste fire år. Resten forventes at blive finansieret af Bankinvest, som er medejer af BioGasol.

– Men det haster med at få truffet en beslutning. Der er stor international konkurrence om at udvikle 2. generationsteknologien til bioethanol, så det er ved at være sidste udkald, siger professor Birgitte Ahring, der er administrerende direktør for BioGasol.

Hun oplyser, at den amerikanske energistyrelse for nylig har offentliggjort, at de vil investere op mod 385 millioner dollars i seks bioraffinaderier over de næste fire år for derved at hjælpe industrien og bringe 2. generationsteknologien ud på markedet.

Derudover er der projekter i gang i blandt andet Canada, Spanien og Holland. I Spanien vil virksomheden Abengoa således have et anlæg klar allerede i løbet af sommeren 2007, og I Holland har den engelske virksomhed TMO planer om at bygge et anlæg, der skal være klar til drift i 2008. TS

Hvis du vil vide mere

– om forskning i udnyttelse af biomasse til energiformål, kan du tegne et gratis abonnement på Forskning i Bioenergi. Bladet, der udkommer seks gange om året, udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, og du har mulighed for at få tilsendt:

- en trykt udgave på dansk
- en elektronisk udgave på dansk
- en elektronisk udgave på engelsk.

www.biopress.dk

☎ 8617 8507

Nye typer "kraftfoder" til energiformål



foto: Flemming Nielsen

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet er i samarbejde med CBMI ved at afdække, hvordan man sikrer tilførsel af biomasse til produktion af biobrændstoffer og biogas hele året. Her i foråret bliver 30 små jordlodder plantet til med forskellige afgrøder, så forskerne kan få testet, hvordan man laver den bedste "foderblanding" til energiformål.

Af Flemming Nielsen

Biogasanlæg trives bedst med en god "foderblanding", der tilføres kontinuerligt året rundt. Det samme gør sig gældende for en løbende produktion af bioethanol, biodiesel og brint. Den store udfordring er at finde de afgrøder, der er tilgængelige hele året, og som samlet set har det højeste udbytte.

Den udfordring har Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) i samarbejde med Center for Bioenergi og Miljøteknologisk Innovation (CBMI) taget op og er nu i færd med at afdække, hvilke afgrøder man bør satse på.

– Overordnet set er vi i gang med at finde de afgrøder, der giver det højeste nettoudbytte hen over året. Det er vigtigt, at der er biomasse til rådighed over hele året for at få en stabil tilførsel til eksempelvis et biogasanlæg, fortæller Margrethe Askegaard, seniorforsker ved Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø ved DJF.

Slutmålet for projektet er at udvælge de energiafgrøder, der er bedst til

Rug, majs, hvede og hamp er blandt de afgrøder, som nu bliver testet for deres evne til at sætte fut i produktionen af biobrændstoffer og biogas.

produktion af biobrændstoffer og biogas med et stort energipotential. Vigtige elementer i den opgørelse er arbejdet med dyrkning, høst og lagerteknik.

Lige nu er arbejdet begyndt ude på marken, hvor fokus er rettet mod elefantgræs og energipil samt mod en række etårige afgrøder. Over en lille hektar bliver knap 30 små jordlodder plantet til med rug, hvede, roer, triticale, majs, rajgræs, jordskokker og hamp.

Afgrøder hele året

Med den noget specielle markplan, der er sat sammen hos DJF, bliver der



foto: Flemming Nielsen

høstaktiviteter hele året. Her er for eksempel tidlig rug, der høstes midt i maj og efterfølges af majs, der høstes cirka otte måneder senere.

– Majsen har vi forsøgt at lade stå til januar, før vi høster, men det har kun til dels været en succes. I Foulum lagde en tidlig efterårsstorm afgrøden ned allerede i november, mens vi på Jydevad har høstet et rigtig godt udbytte helt frem til sidst i januar, fortæller Margrethe Askegaard.

Majsen vil forskerne i den kommende sæson forsøge at høste på andre tidspunkter.

I den mere kuriøse ende af skalaen vil forskerne plante hamp, hvis DJF får de nødvendige tilladelser. Hampen er nemlig underlagt særlige regler på grund af plantens egenskaber som euforiserende stof.

I markplanen findes også de tre vinterafgrøder vinterhvede, vinterrug og vintertriticale med rajgræs som efterafgrøde.

Tilbage til roen

Roen gik for år tilbage hen og blev for besværlig at håndtere som husdyrfoder, men nu får den en chance for at vise sin duellighed som biobrændstof.

– Det har hidtil været bøvlet at håndtere roer, men med ny teknologi

I forsøgene indgår en række flerårige afgrøder som sorrel, elefantgræs og pil. Her er det elefantgræs.

vil vi formentlig være i stand til at tage roerne op med både rod og top, børste jorden af og knuse dem. Det gør det nemt at fylde roerne direkte i en silo, forklarer Margrethe Askegaard.

Roen finder hun specielt interessant, fordi sukkeret i planten let kan omsættes til bioenergi, og fordi roen er blandt vores højst ydende enårige afgrøder.

– Men den største udfordring her bliver primært, om teknologien er moden til at håndtere roen, vurderer hun.

Jordskokker og græs

Svenskerne er svært glade for jordskokker som ”biobooster” i biogasanlæg og det med god grund, fortæller Margrethe Askegaard:

– Jordskokken har en meget stor tilvækst. Den bliver to-tre meter høj, og toppen høstes i oktober. Selve knoldene i jorden kan ligge frem til foråret, hvor de kan tages op efterhånden som biogasanlægget får brug for ekstra ”foder”.

I det økologiske jordbrug er der også forsøg med at bruge kløvergræs til produktion af biogas.

– Græsmarker, der dyrkes økologisk kan med fordel være en del af energikæden i et biogasanlæg, hvor næringsstoffer kan tilbageføres til de økologiske marker. Det kan give store miljømæssige fordele, vurderer Margrethe Askegaard. De økologiske



foto: Flemming Nielsen

Seniorforsker fra Det jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Margrethe Askegaard, skal være med til at finde en vifte af energiafgrøder, som egner sig til produktion af biogas.

marker med kløvergræs, forventer hun, kan bidrage med 3 – 4 slet i løbet af et år.

Kun lige begyndt

Foreløbig løber forsøget i et år, hvor kombinationen af forskellige afgrøder og efterafgrøder bliver sat sammen i én samlet plan.

– Efterhånden som de enkelte afgrøder bliver høstet, bliver der gennemført en kemisk og biologisk karakterisering af planterne blandt andet gennem udrådning i et biogasanlæg og produktion af ethanol. Afgrøderne analyseres for tørstofindhold samt en række andre parametre, og der vil være fokus på, hvordan høsttidspunkterne harmonerer med behovet for biomasse, fortæller Margrethe Askegaard.

Efter den indledende screening vil forskerne sammenholde tørstofindholdet med det energiinput, der skal til for at producere afgrøden. Det vil munde ud i et forslag til et koncept for kontinuerlig høst af egnede afgrøder, som i løbet af ganske få år kan bruges af producenter, der dyrker afgrøder til energiformål.

Flemming Nielsen er journalist og ansat hos CBMI.

Vi har brug for en økologisk biogasbevægelse

Økologisk landbrug står overfor store udfordringer med at efterkomme den stigende efterspørgsel på økologiske varer og blive uafhængig af gødning fra det konventionelle landbrug. Ved at dyrke grøngødning og forgasse afgrøden i biogasanlæg kan disse udfordringer imødegås.

Der var engang økologiske landmænd ikke kunne lide biogas. Da de første biogafællesanlæg blev etableret sidst i 80'erne, gav økologerne ved flere lejligheder udtryk for, at biogas ikke kunne forenes med de tanker, der lå bag det økologiske jordbrug. I stedet pegede de på et gødningssystem, baseret på komposteringsanlæg med varmegenvinding og kvælstoffældning.

I dag er det historie. Komposteringsanlæggene blev som bekendt aldrig nogen succes, og flere og flere økologiske landmænd går i dag med planer om at etablere biogasanlæg.

Der er der flere grunde til. Økologiske landmænd har om nogen behov for gødning og med biogasanlæg sikres en bedre udnyttelse af kvælstoffet og et mindre kvælstoftab til omgivelserne. Derfor er miljøvenlig gødning et område, som optager såvel forskere som landbrugskonsulenter mere og mere.

I en artikel offentliggjort på www.lr.dk opfordrer konsulent Michael Tersbøl økologerne til at tage ordet grøngødning lidt mere bogstaveligt. Grøngødning skal fremover ikke bare pløjes ned og på den måde give kvælstof til den efterfølgende afgrøde. Fremover skal man høste den, afgasse den i et biogasanlæg og derved fremstille sin egen flydende gødning. Det vil give mere kvælstof til afgrøderne og højere udbytte.

Men et økologisk biogasanlæg er ikke noget, man som enkeltperson bare lige smækker op. Derfor er der brug for en økologisk biogasbevægelse – en bevægelse, som kan skabe opmærksomhed om de muligheder der ligger i at etablere økologiske biogasanlæg og organisere de landmænd, som vil deltage aktivt i denne udvikling, skriver Michael Tersbøl. *TS*

Forsøgsplan

Etårige afgrøder:

- Tidlig rug + majs
- Hamp
- Helsæd vinterhvede + italiensk rajgræs
- Helsæd vinterrug + italiensk rajgræs
- Helsæd vintertriticale + italiensk rajgræs
- Jordskokker
- Helsæd vårtriticale + italiensk rajgræs
- Foderroer

Flerårige afgrøder:

- Elefantgræs
- Energipil
- Sorrel

Fremtidens biogasfællesanlæg

En analyse af nye biogaskoncepter viser, at gasudbyttet per kubikmeter biomasse kan fordobles i forhold til et traditionel biogas-anlæg, der kun behandler gylle. For landmændene kan det dog bedst betale sig at behandle gyllen selv, og vælger de alligevel at gå med i et biogasfællesanlæg, er det fortsat de mere traditionelle løsninger, der er mest fordelagtige.



foto: torben skott/bioprogress

Af Kurt Hjort-Gregersen

I 2002 udgav Fødevarøkonomisk Institut rapporten Samfundsøkonomiske analyser af biogasfællesanlæg. Her i blev det konkluderet, at teknologien nu var velfungerede og samfundsøkonomisk rentabel med meget lave omkostninger til reduktion af klimagasser. Mange forventede på den baggrund, at der nu ville blive sat skub i etableringen af nye anlæg, men i virkeligheden kom det til at gå helt anderledes: Udbygningen gik på det nærmeste gik helt i stå – hovedsagelig som følge af forringede rammebetingelser og lokal modstand mod placering af nye anlæg.

Rapporten fra 2002 viste imidlertid også, at der fortsat er en række områder, hvor en yderligere indsats kan forbedre biogasanlæggenes økonomi. Det blev baggrunden for projektet: Fremtidens biogasfællesanlæg – nye anlægskoncepter og økonomisk potentiale.

To faser

Projektet, der har fået støtte fra Energiforskningsprogrammet, har været opdelt i to faser: I første fase er der foretaget en række forsøg med husdyrgødning fra forskellige separations- og forbehandlingsanlæg. Derefter er der opstillet en række forskellige scenarier, som er analyseret med henblik på senere at kunne udvælge de mest lovende anlægskoncepter.

Udbygningen med biogasanlæg er gået helt i stå, selv om det fortsat er en af de billigste måder at reducere CO₂-udledningen på.

Analyserne omfatter det samlede system fra landmandens fortank til udnyttelse af næringsstofferne i marken. Der er foretaget beregninger af massebalancer, produktionen af biogas, energiforbrug til processen, tilgængeligheden af næringsstoffer og anvendelse, samt beregning af ind-

tægter og omkostninger for alle kædens led. Derudover er der foretaget en veterinær risikoanalyse, der dog ikke er inddraget i vurderingen af de enkelte scenarier, men skal ses som et supplement til selve systemanalysen.

Analyserne tager udgangspunkt i et landbrugsområde, som leverer husdyrgødning til et biogasanlæg og aftager de afgassede produkter. Behandlingen af gyllen foregår primært på biogasanlægget, men i flere af scenarierne er der regnet med en forseparering hos en del af landmændene for at hæve tørstofindholdet i gyllen.

Landbrugsmæssigt er alle scenarier ligestillet. En del af fiberfraktionen eksporteres væk fra området for at opnå balance i fosforregnskabet, husdyrproducenterne betaler for opbevaring og udkørsel af gylle, og der er regnet med samme sædskifte, gødsknings- og udbyttensniveau i alle scenarier. Ændringer i gødningsværdierne har således ikke indflydelse på udbyttensniveauerne, men udelukkende på mængden af tilført handelsgødning.

Fordobling af gasproduktionen

Der tilføres ikke organisk affald i nogen af scenarierne, da formålet har været at finde det bedste koncept til behandling af gylle.

Gasproduktionen og økonomien i de forskellige scenarier er vist i tabel

Fremtidens biogasanlæg

Projektet om fremtidens biogasfællesanlæg er blevet til i et samarbejde mellem:

- Fødevarøkonomisk Institut
- Københavns Universitet, Bio-Centrum
- Danmarks Tekniske Universitet
- Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet – Århus Universitet
- Veterinærinstituttet – Danmarks Tekniske Universitet
- Fødevarerinstitutionen – Danmarks Tekniske Universitet
- Dansk Landbrugsrådgivning – Landscentret Planteproduktion.

Projektet er afsluttet med udgivelse af rapport nr. 188: "Fremtidens biogasfællesanlæg – nye anlægskoncepter og økonomisk potentiale", der kan rekvireres hos Fødevarøkonomisk Institut, telefon 3528 6800, www.foi.dk.

Nr.	Behandling	Tørstof i procent	m ³ metan/ton biomasse	Landbrug kroner/ton	Biogas-anlæg kroner/ton	Udgifter i alt kroner/ton
0	Ingen biogasanlæg.	–		49	0	49
1	Biogasanlæg med efterseparering og eksport af fiberfraktionen.	5,4	12,1	39	29	68
1 a	Biogasanlæg med serieudrødning, efterseparering og eksport af fiberfraktionen.	5,4	13,3	39	25	65
1 b	Biogasanlæg med efterseparering og recirkulering af fibre, samt eksport af fiberfraktionen.	5,4	13,2	40	28	68
2	Førseparering, efterseparering og vådoxidation af fiberfraktionen samt recirkulering af fibre.	10,0	25,1	49	18	58
2 a	Som scenarie 2 men i stedet for vådoxidation anvendes trykkogning af fiberfraktionen.	10,0	24,7	49	24	60
2 b	Som scenarie 2 men uden førseparering, det vil sige hele gyllemænden tilføres biogasanlægget.	5,4	14,6	39	27	66
2 c	Som scenarie 2 men uden vådoxidation og recirkulering af fibre. En del af fiberfraktionen eksporteres.	10,0	20,8	50	19	59

Tabel 1. Tørstofindhold, gasproduktion og økonomi for de forskellige scenarier.

1. Heraf fremgår det, at gasudbyttet kan øges på flere måder, men at det især er kombinationen af flere tiltag, der giver en stor effekt. Den største effekt opnås gennem et højere tørstofindhold ved at tilføre førsepareret fibermasse. Når det kombineres med forbehandling kan methanudbyttet fordobles per ton biomasse i forhold til et traditionelt anlæg, der kun behandler gylle. Der er dog også fundet en positiv effekt ved serieudrødning og recirkulering af fibre, men i mindre målestok.

Ikke attraktivt for landmanden

Den driftsøkonomiske analyse er opdelt i en landbrugsdel og en biogasdel. Landbrugsdelen omfatter omkostninger til opbevaring og udbringning af gylle, separering af gylle på gårdene, samt køb og udbringning af handelsgødning. Biogasdelen omfatter transport af gylle og fiber, forbehandling, efterseparering samt indtægter og omkostninger til drift af anlægget. I scenarium 0 ligger omkostningen til eksport af overskudsfiber i landbrugsdelen, mens biogasanlægget står for udgiften i de øvrige scenarier.

I tabel 1 er vist omkostningerne for de forskellige scenarier. Omkostningerne på 49 kroner/ton for det samlede system i scenarium 0 er centralt for analysen, for det viser landbrugets omkostninger, hvis landmanden selv skal håndtere gyllen og løse problemet med overskydende fosfor. Det

betyder, at et scenarium med et biogasanlæg skal kunne matche denne pris for at være et attraktivt alternativ for landmændene.

Som det fremgår af tabellen, er det ikke tilfældet for nogen af de analyse-rede scenarier, og det forklarer, hvorfor udbygningen med biogasanlæg er gået i stå. De eksisterende anlæg får i de fleste tilfælde økonomien til at hænge sammen ved tilsætning af organisk affald, men ressourcerne er begrænsede, og der er ikke tilstrækkeligt med affald til at sikre økonomien i nye anlæg. Det er således nødvendigt at få forbedret rammevilkårene, hvis der skal ske en markant udbygning med biogasanlæg, som der er lagt op til i regeringens nye energistrategi.



foto: torben skott/blopress

Vådoxidering er en af de teknikker, der muligvis kan forbedre økonomien i nye biogasanlæg.

Yderligere afprøvning

Projektet om fremtidens biogasanlæg viser imidlertid også, at der kan peges på nye anlægskoncepter, som giver en bedre økonomi end det traditionelle biogasanlæg i scenarium 1.

Landmændene har generelt størst fordel af de mere traditionelle anlægskoncepter, der kun modtager gylle. Det skyldes, at landbrugssiden i de øvrige scenarier bærer omkostningerne til separering af en vis mængde gylle på gårdene. Omvendt har biogasanlægget størst fordel af de scenarier, hvor gyllen separeres på gårdene. De mest økonomiske scenarier er 2, 2a og 2c, der har de laveste nettoomkostninger for systemet som helhed.

Hvis tørstofindholdet i gyllen som udgangspunkt var højere end det er tilfældet i dag, ville fordelene ved førseparering ikke være nær så markante, som det fremgår af analysen. Et højere tørstofindhold ville derfor stille konceptet med det traditionelle biogasanlæg mere gunstigt.

For de mere avancerede anlægskoncepter er der behov for yderligere afprøvning og dokumentation af udbytter og omkostninger, før det kan tilrådes at etablere systemerne i fuld skala. Anlæg med flere reaktorer i serie og tilførsel af fibre kan derimod tages i brug allerede i dag.

Kurt Hjort-Gregersen er ansat på Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet, khg@bio.sdu.dk. ■

FIB – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, der administreres af Energistyrelsen. 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

Den danske version af nyhedsbrevet findes endvidere i en trykt version, der kan rekvireres hos BioPress, telefon 8617 8507, e-mail 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
Hjemmeside: www.biopress.dk

Forsidefoto:
Torben Skøtt/BioPress og
Flemming Nielsen/CBMI.

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 2007.
Deadline for redaktionelt stof er den 15. maj 2007.

Miljøminister Connie Hedegaard: Brug ikke halm til biobrændstoffer



foto: Jakob Dall

Miljøminister Connie Hedegaard bakker nu op om de forskere, som advarer mod at man bruger halm og andre former for biomasse til produktion af biobrændstoffer.

Det sker på baggrund af et eksamensprojekt fra Danmarks Tekniske Universitet, hvor to studerende har analyseret de miljømæssige konsekvenser af at bruge halsæd til produktion af bioethanol. Til Altinget.dk udtaler miljøministeren således:

– Jeg mener, at rapporten endnu engang dokumenterer, at udnyttelse af biomasse til fremstilling af el og varme miljømæssigt er bedre og giver en billigere CO₂-reduktion end ved anvendelse af biomasse til produktion af bioethanol. Så længe, der kan fortrænges fossile brændsler ved at anvende biomassen til kraftvarme, vil det være vanskeligt miljømæssigt for biobrændstofferne at konkurrere uanset yderligere teknologiudvikling, siger Connie Hedegaard

På den baggrund konkluderer hun, at anvendelse af biomasse til bioethanol i Danmark ikke er så interessant set ud fra et miljømæssigt synspunkt,

som i andre lande hvor man ikke bruger halm til kraftvarme.

Miljøministeren mener dog alligevel, at biobrændstoffer er den mest realistiske mulighed for at mindske CO₂-udslippet på kort og mellemlang sigt. Derfor peger hun på andre restprodukter som animalsk fedt fra landbruget, gylle og husholdningsaffald..

Daka ved Hedensted syd for Horsens er i øjeblikket ved at bygge en fabrik, der kan omdanne animalsk fedt fra slagteriaffald og døde dyr til biodiesel. Fabrikken, der skal indvies sidst på året, vil fuldt udbygget kunne dække cirka fem procent af danskernes behov for diesel.

Anvendelse af gylle og husholdningsaffald ligger lidt længere ude i fremtiden, men mange forskere arbejder for tidens intens på at udvikle nye teknikker, der kan omdanne de mere problematiske affaldstyper til ethanol eller biodiesel.

Eksamensprojektet fra Danmarks Tekniske Universitet har titlen: "2nd generation bioethanol for transport: the IBUS concept – boundary conditions and environmental assessment.