



Fremtidens
minikraftværk 3

Weiss bygger videre
på DTU's forskning 6

Fra spildevandsslam
til grøn olie 9

Genetablering af
biogasprocessen 10

Biogasforsøg i
stor skala 12

Kurser for
projektansøgere 14

Afsluttede
projekter 15

Biodiesel skåner
helbredet – men
belaster miljøet 16

Biomasse omsættes direkte til strøm i nyudviklet brændselscelle

Store komplicerede anlæg, hvor man producerer gas eller flydende brændstoffer på basis af biomasse, er måske kun et overgangsfænomen. Allerede i dag er det muligt at omdanne biomasse direkte til strøm i en brændselscelle, og hvis det lykkes at gøre teknologien kommercielt tilgængelig, vil biomasse og affald blive en særdeles værdifuld energikilde.

Af Torben Skøtt

Det lyder næsten for godt til at være sandt: Man tager en brændselscelle, tilføjer en slat spildevandsslam eller anden form for biomasse, hvorefter cellen begynder at producere elektricitet. Foreløbig er det ikke de store mængder energi, der kan frembringes på den måde, men alene det at det kan lade sig gøre, vidner om, at her er et koncept, som formentlig vil kunne sætte mange

andre teknologier inden for bioenergi skakmat.

På verdensplan er der indtil videre kun fire forskergrupper, der beskæftiger sig med brændselsceller til biomasse. Én af dem hører hjemme på DTU-RISØ, mens de andre holder til i USA, Belgien og Holland.

På RISØ er det projektforsker Anders Thygesen og seniorforsker Anne Belinda Thomsen, mens det fra DTU er post doc. Booki Min og professor Irini Angelidaki, der har kastet sig over den nye teknologi. I løbet af det seneste år er det blandt andet lykkedes at opbygge en serie små mikrobielle brændselsceller, som der nu udføres forsøg med. Foreløbig har man opnået en spændingsforskel mellem brændselscellens elektroder på 0,6 volt, og i den kommende tid skal man blandt andet lave forsøg med at maksimere spændingen og få den til at holde i så lang tid som muligt.

Umiddelbart lyder 0,6 volt ikke af meget, men det er ikke langt fra den spænding på cirka 1 volt, som en almin-

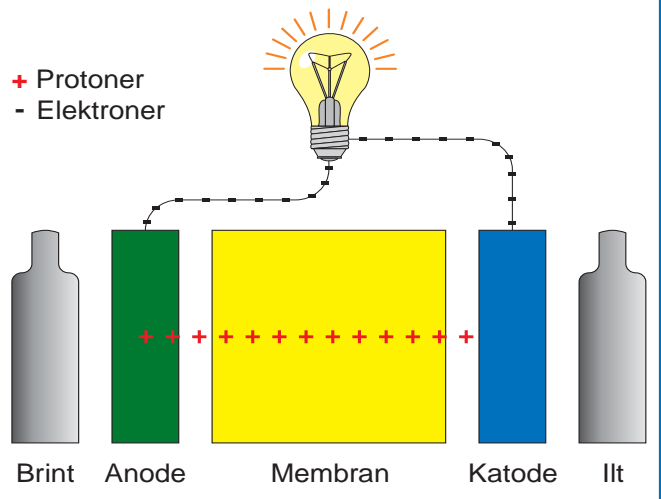


foto: torben skøtt/biopress

Forskerne vil nu bruge restprodukterne fra fremstilling af ethanol til produktion af el i en brændselscelle. Billedet er fra IBUS-anlægget ved Skærbæk, hvor produktionen af ethanol er baseret på halm.

Sådan fungerer brændselscellen

Princippet i en brændselscelle går ud på at få sat gang i en transport af elektroner mellem to elektroder. I en traditionel brændselscelle foregår det ved at forsyne den ene elektrode med ilt og den anden elektrode med for eksempel brint. Hvert brintatom spaltes i en proton og en elektron, som vælger hver deres vej i kredsløbet. Protonen tager den nærmeste vej igennem membranen, men det kan elektronen ikke, og dermed får man opbygget en spændingsforskel mellem de to elektroder. I en mikrobiel brændselscelle sker spaltningen i protoner og elektroner ved hjælp af mikroorganismer.



delig brændselscelle er i stand til at præstere. For at komme op på en spænding der er anvendelig, skal en lang række celler således kobles i serie – især hvis man skal op på de 220 volt, der er til rådighed i en almindelig stikkontakt.

Mikroorganismer

En mikrobiel brændselscelle minder på mange måder om en almindelig brændselscelle, men i stedet for at tilføre brændstof i form af brint bruger man spildevandsslam eller anden en form for biomasse. Næringsstofferne i spildevandsslammet kan nemlig nedbrydes ved hjælp af mikroorganismer, hvorved der dannes brintioner og frie elektroner, som kan skabe en elektrisk strøm mellem de to elektroder i cellen.

På RISØ har man især brugt spildevandsslam som råvare, men man har også udført forsøg med at udnytte de restprodukter, der fremkommer ved fremstilling af ethanol på basis af halm. Det drejer sig blandt andet om hemicellulose og eddikesyre, der kræver et stort energiforbrug for at blive omsat til ethanol.

– Foreløbig ser det lovende ud, og meget tyder på, at de stoffer, der er knap så velegnede til fremstilling af ethanol, vil kunne gøre mere nytte i en brændselscelle, forklarer Anders Thygesen. Han tøver ikke med at kalde den mikrobielle brændselscelle for en genial opfindelse, men er helt på det rene med, at et kommercielt gennembrud har lange udsigter.

– Det er ikke nogen let opgave, men vi tror på ideen, og at vi kan løse de forskellige problemer i samarbejde med udenlandske forskere, der arbejder med lignende projekter, siger Anders Thygesen.

FiB på dansk og engelsk

Forskning i Bioenergi bliver kun trykt i en dansk version, men den elektroniske version findes både i en dansk og engelsk udgave. Gå ind på www.biopress.dk, hvis du vil abonnere på bladet eller ændre i dit nuværende abonnement.

BioPress
 ☎ 8617 8507
www.biopress.dk

Udfordringer

På DTU-RISØ har man især fokuseret på, hvilke typer biologisk materiale der lettest kan omsættes til strøm, men i de kommende år vil man også eksperimentere med udformning af selve brændselscellen.

Ifølge Anders Thygesen er det blandt andet den indre modstand i cellen, der skal forskes i. En stor modstand giver et stort energitab, og dermed falder cellens effektivitet.

– Det gælder om at minimere afstanden mellem elektroderne og have så stor en overflade som muligt for at give bakterierne de bedste vækstbetingelser, forklarer Anders Thygesen. Han regner med at tage til USA på et tidspunkt for at følge de amerikanske forskeres bestræbelser på at optimere brændselscellens effektivitet.

Forsøgene på DTU-RISØ er støttet af Forsknings- og Innovationsstyrelsen og har et samlet budget på fire millioner kroner. På RISØ er det Afdeling for Biosystemer, der deltager i arbejdet, mens det på DTU er Institut for Miljø & Ressourcer. ■

Brændselsceller:**En gammel opfindelse**

Opdagelse af brændselscellen går helt tilbage til 1839, men det er først for nylig, vi har fået øjnene op for, hvor genial opfindelsen i grunden er.

Brændselsceller er ikke nogen ny opfindelse. I 1839 opdagede den engelske fysiker Sir William Grove, at hvis man spaltede vand i ilt og brint, kunne man efterfølgende få processen til at løbe den anden vej. Når han slukkede for den strømkilde, som havde forårsaget spaltningen, var den smule ilt og brint, der var tilbage på elektroderne, i stand til at skabe en elektrisk strøm.

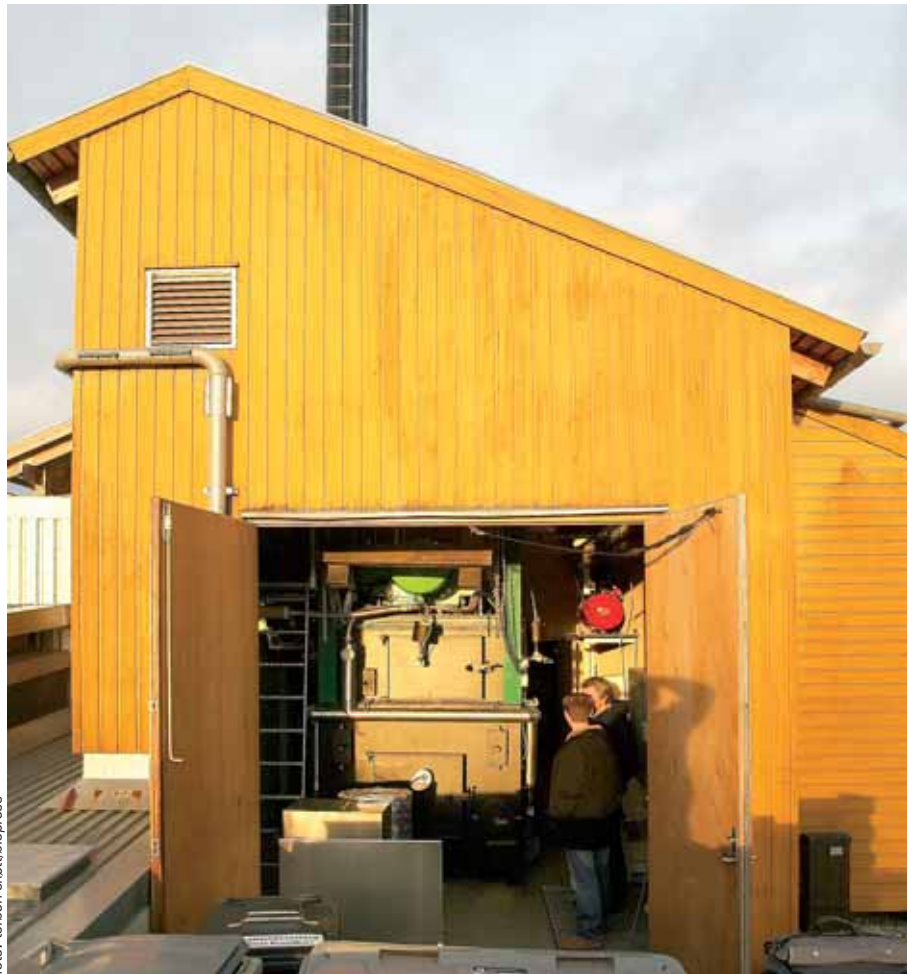
Brændselscellen var dermed opfundet, men først i 1960'erne blev den anvendt i praksis. Det skete i forbindelse med rumforskningen, hvor den udover at levere strøm også blev en vigtig kilde til produktion af vand i rumfartøjerne.

I 1980'erne var der enkelte forsøg med brændselsceller til biler, men det var først i 1990'erne, at der for alvor blev sat fokus på forskning og udvikling af brændselsceller. I løbet af forholdsvis få år lykkedes det at reducere størrelsen på brændselscellerne med en faktor ti, samtidig med at prisen blev reduceret markant.

I dag arbejder næsten alle store bilfabrikker med brændselsceller, og mange forventer, at brændselscellerne vil kunne overtage en væsentlig del af fremtidens elproduktion. Det skyldes ikke mindst en høj nyttevirkning, minimal forurening og lang holdbarhed, da der ikke er nogen bevægelige dele i cellen.

Brændselsceller kan endnu ikke konkurrere prismæssigt med traditionelle forsyningsanlæg, og der vil formentlig gå endnu 5 – 10 år, før der kommer et kommercielt gennembrud. Danmark råder over forsknings- og udviklingsmæssige kompetencer inden for området, som er internationalt anerkendte, og som kan få væsentlig erhvervmæssig betydning. *TS*

Fremtidens minikraftværk



Efter 15 års forskning på Danmarks Tekniske Universitet er Stirling-motoren på vej mod et kommercielt gennembrud. Den videre udvikling og markedsføring af teknologien er nu overladt til Stirling Danmark, der ser de små effektive motorer som fremtidens minikraftværker.

Af Lars Jagd

En Stirling-motor er unik, da den drives af varme fra en ekstern kilde. I modsætning til en intern forbrændingsmotor foregår der således ingen forbrænding inden i motoren. Dette gør, at Stirling-motoren kan drives af et i princippet vilkårligt brændstof. Eksempelvis kan Stirling-motorer monteres på eksisterende eller nye flisedler og på den måde producere strøm ved hjælp af forbrændingsvarmen.

Andelssamfundet i Hjortshøj ved Århus skal fremover forsynes med el og varme fra et nyudviklet Stirling-anlæg leveret af Stirling Danmark.

Hos Stirling Danmark har vi specialiseret os i produktion, salg og videreudvikling af Stirling-teknologien. Virksomheden er dannet på baggrund af 15 års forskning på Danmarks Tekniske Universitet. En række investorer har for nylig skudt penge i virksomheden, og teknologien skal nu sælges kommercielt. Investorerne inkluderer SEEDCapital, Vækstfonden og EGJ Udvikling.

Stirling Danmarks teknologi har en unik position på markedet for produktion af elektricitet på basis af biomasse i anlægsstørrelser op til en installeret effekt på omkring 500 kW el. Der findes på nuværende tidspunkt ikke andre producenter og udviklere af en tilsvarende teknologi med et konkurrencedygtigt produkt, og Stir-

- ling Danmark har således et stort kommercielt, internationalt potentiale.

Teknologien

Stirling Danmarks motorer er specielt udviklede til at benytte biologiske brændsler i form af fast biomasse som træ og halm, flydende biobrændsler samt biogas.

Motorerne bygges efter et modul-princip, hvor basis-motorerne består af en 1-cylindret motor på 9 kW og en 4-cylindret motor på 35 kW. Motorerne kan kombineres to og to, så der reelt er tale om fire motorstørrelser på henholdsvis 9, 18, 35 og 70 kW. Det er endvidere muligt at køre flere motorer i parallel drift, så det samlede anlæg kan komme op på en installeret effekt på omkring 500 kW eller mere. Motorerne dækker således et bredt spektrum og kan benyttes i en lang række konfigurationer sammen med for eksempel en kedel, en modstrømsforgasser eller en pyrolyseenhed.

Et Stirling kraftvarmeanlæg er en decentral kraftvarmeteknologi med en høj energiudnyttelse – selv ved små anlægsstørrelser. Den samlede energiudnyttelse ligger typisk på 90 procent, og el-virkningsgraden er op til cirka 20 procent.

I Danmark vil varmen normalt blive anvendt som fjernvarme eller som procesvarme. Varmen kan dog også kobles på et absorptionskøleanlæg eller et afsaltningsanlæg. I et udviklingsland, hvor der måske ikke er behov for varmen, vil teknologien således kunne benyttes til produktion af



foto: torben skott/biopress

Gunnar Boye Olesen fra Andelssamfundet i Hjortshøj foran det nye Stirling-anlæg, som skal levere el og varme til et lavenergi-byggeri med foreløbig 80 boliger. Den fire-cylindrede Stirling-motor, der ses øverst på billedet, er bygget sammen med et flisfyr fra maskinfabrikken REKA. Andelssamfundet i Hjortshøj er et boligfællesskab, hvor der siden 1991 er etableret økologiske boliger. Det er andelssamfundets energiselskab, der har fået anlægget etableret med støtte fra Energistyrelsen.

el og rent drikkevand ud fra eksempelvis risskaller og saltvand.

Potentiale

Markedspotentialet for teknologien er meget højt:

1. Der er tale om en unik teknologi til decentral kraftvarmeproduktion ud fra CO₂-neutrale, lokalt forekommende brændsler.
2. Der er mange forskellige anvendelsesmuligheder. Typiske kunder inkluderer kraftvarmeverker, industrivirksomheder, landmænd, boligforeninger og ejere af offentlige bygninger som for eksempel sportshaller og rådhus.

3. Der er mange relevante geografiske markeder, herunder industrialiserede lande med fokus på grønne teknologier, udviklingslande, isolerede områder der ikke er forbundet til et transmissionsnet og katastrofeområder med problematisk brændselsforsyning. I sådanne markeder kan teknologien erstatte diesel-generator som den typiske produktionsteknologi.

I Danmark findes der godt 7.000 ejendomme med et årligt varmeforbrug på over 3.200 GJ. Et realistisk mål er at forsyne cirka 10 procent af disse ejendomme med et Stirling-anlæg med en effekt på minimum 35 kW el. Det sam-



Til venstre: 9 kW Stirling-motor med én cylinder fra Stirling Danmark.

Til højre: 35 kW Stirling-motor med fire cylinder fra Stirling Danmark. Begge motorer kan sammenbygges to og to, så man opnår en effekt på henholdsvis 18 kW og 70 kW.



Forgasning eller kedel

En Stirling-motor skal som bekendt kun have tilført varme for at kunne fungere, og derfor kan den kombineres med enten en kedel, en forgasser eller en pyrolysereaktor.

Den mest enkle løsning er at montere motoren oven på en standard kedel, men det giver ikke nogen speciel høj virkningsgrad. Ved i stedet at bruge en specielt udviklet kedel, kan virkningsgraden hæves markant, men samtidig stiger prisen, og kedelfabrikkerne har i dag en forholdsvis lang leveringstid på skræddersyede anlæg.

Hos Stirling Danmark kan man i dag levere Stirling-motor baserede kraftvarmeanlæg med tre forskellige forbrændingsteknologier. Det drejer sig om kedler, modstrømsforgassere



Forsøgsanlæg i Ansager i Sønderjylland, hvor en modstrømsforgasser leverer energi til en Stirling-motor. Anlægget har en el-effekt på 40 kW.

og pyrolysereaktorer. Groft sagt kan man betegne kedelløsningen som den mest enkle, modstrømsforgasseren som den mest effektive, mens pyroly-

sereaktoren især er velegnet til de mere vanskelige brændsler.

– Ved pyrolyseforgasning får man cirka halvdelen af energien ud i form af trækul, som enten kan brændes af eller bruges til jordforbedring. Det er således en lidt speciel løsning, men fordelene er, at man i princippet kan bruge alle former for biomasse, herunder også affald, forklarer Lars Jagd, der er direktør i Stirling Danmark.

Han anser det ikke for at være mere kompliceret at omsætte biomassen til gas i stedet for varme, men er helt på det rene med, at ordet forgasser i mange kredse har et lidt dårligt image. De typer forgassere, Stirling Danmark bruger, er dog meget driftssikre, og opbygningen er på mange måder mere enkel end for en speciel designet kedel, understreger direktøren. *TS*

- ▶ lede europæiske marked vurderes at være på over 10.000 anlæg og det globale marked mange gange større.

Ifølge tal fra Energistyrelsen bliver der udledt 522 gram CO₂ for hver kWh el, der produceres i det danske energisystem.

Et Stirling-anlæg på 35 kW el vil på årsbasis kunne reducere CO₂-udledningen med 149 tons. Hvis værdien af ét ton CO₂ sættes til 150 kroner, svarer det til en årlig besparelse på 22.350 kroner eller 335.000 kroner i løbet af anlæggets forventede levetid på 15 år.

Ved opførsel af 700 sådanne anlæg i Danmark vil der være en samlet besparelse på 104.000 ton CO₂ om året. Det svarer til otte procent af den CO₂-besparelse, som regeringen forventer at finde ved yderligere tiltag uden for de kvotebelagte virksomheder.

Problemstillinger

Der er i dag seks Stirling-anlæg i Danmark, Østrig og Japan med en el-effekt på hver 35 kW, og to nye kommercielle anlæg er ved at blive bygget.

Den væsentligste hindring for udbredelse af teknologien er manglen på et attraktivt hjemmemarked. Der er mange interesserede kunder, men på grund af en meget lav værdi af grøn el

i Danmark er det vanskeligt at få økonomien til at hænge sammen.

Til dato er der bygget cirka 10 motorer i små serier af 1 – 2 stykker. Analyser viser, at produktionsprisen på motorerne kan reduceres med 30 – 50 procent ved produktionsserier på 25 eller mere. En sådan omkostningsreduktion vil på en lang række markeder gøre teknologien konkurrencedygtig uden behov for økonomiske støtteordninger. Der er tale om en selvforstærkende proces: lavere pris giver større salg og dermed større produktionsvolumen, hvilket igen medvirker til at reducere prisen.

Det er afgørende for Stirling Danmark hurtigt at få udbredt teknologien ved opførsel af en række demonstrationsanlæg over de næste par år. Anlæggene skal demonstrere teknologiens fleksibilitet og øge efterspørgslen på nye anlæg, så produktionsomkostningerne kan reduceres.

Over de næste to år forventer vi at levere motorer med et samlet volumen på 100 cylindere. Omkring halvdelen forventes at blive afsat på det tyske marked, hvor den garanterede mindstepris på grøn strøm er næsten tre gange så høj som i Danmark.

Lars Jagd er direktør for Stirling Danmark, lj@stirling.dk. ■

Alger er en succes

Alger kan producere 37 gange mere biomasse end korn og 140 gange mere biomasse end sojabønner, viser amerikanske forsøg.

De amerikanske selskaber Arizona Public Service Company og Green-Fuel Technologies har med stor succes mangedoblet produktionen af alger ved at tilføre CO₂ fra et naturgasfyret kraftværk. Alger – der blandt andet kan bruges til fremstilling af biobrændstoffer – har vist sig at være traditionelle landbrugsafgrøder klart overlegne, når det drejer sig om at producere mest mulig biomasse på et givent areal. De amerikanske selskaber har således demonstreret, at alger kan producere 37 gange mere biomasse end korn og 140 gange mere biomasse end sojabønner, hvis man tilfører rigelige mængder CO₂.

De amerikanske selskaber skal nu i gang med nye forsøg, hvor man i stedet for CO₂ fra et naturgasfyret kraftværk vil bruge CO₂ fra et kulfyret værk. *TS*

Kilde: www.greenfuelonline.com



foto: torben skøtt/biopress

Weiss bygger videre på DTU's forskning

En af Danmarks kendte leverandører af udstyr til fjernvarmesektoren, Weiss A/S i Hadsund, satser på at blive en af de førende leverandører af forgasningsanlæg til biomasse. Inden årsskiftet indvier virksomheden det første anlæg i tilknytning til fabrikken i Hadsund, og målet er, at den nye teknologi på sigt kan blive en værdig afløser for de mange naturgasfyrede kraftvarmeværker i Danmark.

Af Torben Skøtt

Det har taget lang tid, og for lang tid vil mange sikkert mene, men nu er målet ved at være inden for rækkevidde. Den teknologi til forgasning af biomasse, som med stor succes blev udviklet på Danmarks Tekniske Universitet op gennem 90'erne, er stille og roligt ved at finde vej ud til industrien. TK Energi har for nylig leveret et forgasningsanlæg til landsbyen Gjøl i Nordjylland, i Nordsjælland er BioSynergi Proces ved at færdiggøre et anlæg hos det lokale fjernvarmeværk i Græsted, og inden årsskiftet

kan Weiss A/S i Hadsund indvie et nyt anlæg, som ikke mindst udlandet har vist stor interesse for.

Fælles for de tre anlæg er, at de alle er i stand til at omdanne biomasse til gas, der er så ren, at den umiddelbart kan bruges i en motor, koblet til en elgenerator. Derved vil det – med de rette rammevilkår – være muligt at få økonomi i selv små kraftvarmean-



foto: torben skøtt/biopress

Projektchef Bjarne Skyum ved siden af koksreaktoren. Den lange beholder øverst til venstre rummer pyrolysenheden.

læg, og teknologien kan således gå hen og blive en værdig afløser for de mange naturgasfyrede kraftvarmeværker rundt om i landet.

Tjærefri forgasning er en dansk specialitet, udviklet af forskerne på Danmarks Tekniske Universitet med lektor Ulrik Henriksen i spidsen. Han er blandt andet ophavsmand til den såkaldte Viking-forgasser, som har 2.000 driftstimer bag sig og som har sat verdensrekord i elvirkningsgrad inden for kategorien mindre kraftvarmeanlæg til biomasse.

Det nye anlæg hos Weiss er en videreudvikling af Viking-forgasseren, men det er cirka ti gange så stort, og det er konstrueret på en måde, så det forholdsvist let kan skaleres op til endnu større anlæg.

I begyndelsen af december bliver anlægget i Hadsund startet op. Derefter følger en længere testperiode, og går alt efter planen, vil anlægget blive flyttet hen til en af de kunder, som har vist interesse for teknologien.

Hvem kommer først?

– Vi får rigtig mange henvendelser fra udlandet, især fra Tyskland, men også østlandene har vist stor interesse for konceptet, fordi det giver dem mulighed for at sikre en stabil elforsy-

ning baseret på lokale ressourcer, fortæller projektchef Bjarne Skyum fra Weiss A/S. Han ærgres sig over, at der ikke er et marked for den type anlæg i Danmark, men håber, at politikerne snart vil skabe de økonomiske rammer, der skal til, for at anlæggene kan blive etableret i Danmark.

– Det vil være en kæmpe fordel, hvis vi kunne få solgt et par anlæg i Danmark, inden vi skulle ud på eksportmarkederne, men vi kan på den anden side ikke blive ved med at vente. I øjeblikket foregår der et intenst kapløb om at blive de første, der kan levere nøglefærdige anlæg, på samme måde som vi så det med vindmøllerne i 1980'erne, forklarer Bjarne Skyum.

I marts 2008 skal anlægget præsenteres på en international konference om nye teknologier inden for biomasse, og her bliver det spændende at se, hvordan Weiss vil klare sig i forhold til de udenlandske producenter. Ud over medarbejdere fra Weiss vil der være repræsentanter fra ingeniørfirmaet COWI og Danmarks Tekniske Universitet, der begge har deltaget i udviklingen af det nye forgasningsanlæg.

Førende teknologi

To-trins forgasseren blev oprindeligt designet til at benytte halm, men midt i 1990'erne blev udviklingsindsatsen koncentreret om forgasning af skovflis. I de efterfølgende år blev der udført en lang række forsøg på Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet. Kronen på værket blev etablering af Viking-forgasseren, der har vist sig at være et driftssikkert anlæg med en meget høj elvirkningsgrad.

Konceptet med at dele forgasningen op i flere trin er i dag anerkendt som et af de førende forgasningsprincipper i verden, og Energy research Centre of the Netherlands (ECN) har på et tidspunkt kåret to-trins forgasseren som den bedste teknologi, hvad angår miljøforhold og virkningsgrad.

I Viking-forgasseren blev processen delt op i to trin til henholdsvis pyrolyse og koksforgasning. I det første trin varmes biomassen op til omkring 500 °C. Herved sker der en sønderdeling af en række kemiske forbindelser, hvorved brændslet omdannes til koks og tjæreholdigt gas.



foto: torben skøtt/blipress

Teknikere i færd med at montere de sidste dele til koksreaktoren. Den røde beholder i baggrunden rummer posefilteret, og til venstre ses sneglen, der fører flisen op til tørreenheden.

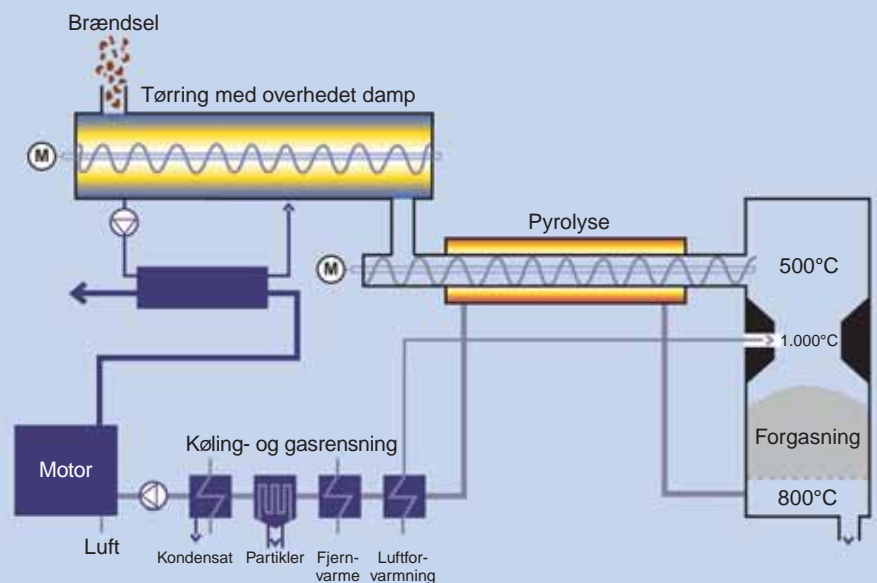
er en tjærefri gas, der efter afkøling og en simpel rensning i et posefilter kan bruges som brændstof i en gasmotor.

Ekstern tørring af brændslet

– Anlægget hos Weiss er grundlæggende opbygget på samme måde som Viking-forgasseren, men det er blandt andet blevet udstyret med en særskilt enhed til tørring af brændslet, forklarer ingeniør Jens Dall Bentzen fra COWI A/S. Han har været en af ankermændene bag udviklingen af det nye anlæg sammen med blandt andet

I næste trin tilsættes yderligere luft. Derved stiger temperaturen til omkring 1.000 °C, og den varme gas passerer nu en såkaldt koksbed, hvor kokspartiklerne omsættes. Resultatet

Sådan fungerer to-trins forgasseren



I en to-trins forgasser er processen opdelt i to-trin: pyrolyse og koksforgasning. I de første forsøgsanlæg på Danmarks Tekniske Universitet foregik tørringen af brændslet i pyrolyseenheden, men i det nye anlæg hos Weiss har man valgt en særskilt enhed til tørring, så man kan på sin vis sige, at der her er tale om en tre-trins proces.

Efter at brændslet er blevet tørret ved hjælp af overhedet damp,

opvarmes brændslet i pyrolyseenheden, hvorved der udskilles en koksfraktion og en fraktion af tjæreholdigt gas. Imellem de to reaktorer tilsættes luft, hvorved tjærestofferne bliver nedbrudt. Når produkterne herfra ledes gennem koksreaktoren, omsættes koksen til gas. Efterfølgende bliver gassen kølet ned ved hjælp af en varmeveksler, og sodpartiklerne bliver opsamlet i et almindeligt posefilter.

Århus universitet satser på bioenergi

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet har valgt at satse en relativt stor del af sine frie forskningsmidler på bioenergi.

Helt nøjagtigt drejer det sig om 6,2 millioner kroner, der er prioriteret til formålet i løbet af de næste tre år. Fakultetet har for nylig indviet verdens største forsøgsanlæg til biogas ved forskningscentret i Foulum og er således klædt godt på til opgaven.

Ved anvendelse af en øget mængde biomasse er der et stort behov for at få klarlagt, hvilke teknologier der giver mest miljø for pengene. Forskerne vil i den forbindelse foretage beregninger af potentielle biomasseressourcer og analysere, hvor store mængder drivhusgasser de forskellige energi-



foto: torben skøtt/biopress

Biogas og energiafgrøder er nogle af de områder, forskerne vil sætte fokus på.

kilder udleder. Forskerne vil samtidig se på de dyrkningsmæssige aspekter af de potentielle bioenergikilder såsom forbrug af pesticider og tab af næringsstoffer til miljøet, ligesom de vil analysere effekterne på produktionen af fødevarer.

Udover at køre det nye forsøgsanlæg ind vil forskningsmidlerne blive

anvendt til en række specifikke opgaver inden for området. Det drejer sig blandt andet om emissionsmålinger, udledning af metan og andre drivhusgasser, produktion af biogas fra energiafgrøder, biogas til transport samt bæredygtig arealanvendelse med særligt fokus på lavbundsgrunde.

TS

► lektor Ulrik Henriksen fra Danmarks Tekniske Universitet og projektchef Bjarne Skyum hos Weiss A/S.

– I Viking-forgasseren foregik tørringen i selve pyrolysereaktoren, men vi vurderede, at det ville blive en begrænsende faktor ved de lidt større anlæg. Derfor har vi valgt en ekstern tørreenhed, ligesom vi i dag bruger overhedet damp, der har vist sig at være en effektiv og hurtig metode til tørring af skovflis, siger Jens Dall Bentzen.

To kulturer

Bjarne Skyum lægger ikke skjul på, at det har taget lang tid at få anlægget bygget, hvilket ikke mindst hænger sammen med, at Weiss har oplevet en betydelig vækst inden for de senere år.

– Vi har haft rigeligt at gøre med at klare efterspørgslen på traditionelle forbrændingsanlæg, så det har i perioder været svært at afse tid til det udviklingsarbejde, som kræves, når en ny teknologi skal ud på markedet, siger Bjarne Skyum.

– Men det har været vanvittigt spændende at arbejde tæt sammen med forskerne, selvom det ikke altid har været uden problemer. Det er på mange måder to forskellige kulturer, der støder sammen. Forskerne er meget kreative, og de får hele tiden nye

ideer. Vi tænker omvendt mest på økonomien, og hvordan vi bedst kan sikre kunderne mod ubehagelige overraskelser, fortæller Bjarne Skyum. Han har dog alt i alt været glad for samarbejdet, og han lægger ikke skjul på, at uden opbakningen fra forskerne var det aldrig gået.

– Vi er en forholdsvis lille virksomhed, og vi ville aldrig selv kunne løfte en udviklingsopgave af den ka-

rakter. Det er helt afgørende, at vi har kunnet trække på den ekspertise, der blandt andet er opbygget på Danmarks Tekniske Universitet, og vi vil helt sikkert også få brug for støtte i de kommende år, hvis projektet skal blive en succes, slutter Bjarne Skyum.

Udviklingen af forgasningsanlægget hos Weiss har fået støtte fra PSO-midlerne, der administreres af Energinet.dk. ■



foto: torben skøtt/biopress

Forgasseren hos Weiss er udstyret med en særskilt enhed til tørring af brændt inden det føres ind i pyrolysereaktoren.

Fra spildevandsslam til grøn olie

SCF Technologies har for nylig indviet et såkaldt superkritisk anlæg, der kan omdanne spildevandsslam til bio-olie. Næste fase bliver en opskalering af teknologien samt test af nye typer affald og biomasse.

Af Torben Skøtt

Udviklingsvirksomheden SCF Technologies i Herlev præsenterede fredag den 28. september det første danske anlæg, der forvandler spildevandsslam til bio-olie. Det sker ved hjælp af en såkaldt superkritisk proces, hvor man populært sagt efterligner de forhold, der har skabt jordens oliereserver.

Anlægget hos SCF Technologies åbner helt nye muligheder for at skabe en bæredygtig produktion af biobrændstoffer, da der ikke er tale om råvarer, som alternativt kunne være anvendt til produktion af fødevarer. Gennem det seneste halve år har an-



foto: Lars Bertelsen/Ingeniøren

lægget i Herlev omdannet spildevandsslam til bio-olie, og SCF Technologies gør nu klar til at teste nye råstoffer i produktionen, herunder pulp fra sukkerroer og restprodukter fra fremstilling af bioethanol.

Pilotanlægget hos SCF Technologies, hvor spildevandsslam omdannes til olie, der kan videreforarbejdes til biodiesel. Allerede næste år forventer virksomheden at indgå licensaftaler om de første demonstrationsanlæg.

– Vi har opnået gode resultater indtil nu, og vi er i stand til at producere olie i den kvalitet, vi havde håbet på, siger Karsten Felsvang, der er direktør for SCF Technologies.

– Vores råvarer er spildevandsslam og affald fra levnedsmiddelindustrien, og i processen er vi i stand til at fraspalte klor og svovl, så olien ved forbrænding forurener mindre end fossil olie, forklarer direktøren, der ikke lægger skjul på, at han betragter teknologien som lidt af et Columbusæg.

Samarbejde

SCF Technologies samarbejder blandt andet med Grundfos samt Aalborg og Århus Universitet om at færdigudvikle processen. Udfordringen består i at få gjort teknologien kommercielt tilgængelig ved at vise, at den både kan anvendes bredt – på mange typer organisk affald og biomasse – og at de gode erfaringer fra pilotanlægget i Herlev kan skaleres op til større anlæg. Ambitionen er at udvikle anlæg, som andre virksomheder kan bruge til at omdanne deres eget organiske affald til bio-olie. SCF Technologies forventer, at de første licensaftaler om etablering af demonstrationsanlæg kan indgås i 2008.

Anlægget i Herlev kan behandle 20 kilo spildevandsslam i timen. Det indeholder typisk fire kilo tørstof, og det er nok til at producere to kilo olie. Olien kan videreforarbejdes til biodiesel, og inden årsskiftet skal olien testes som brændstof i en dieselmotor.

Højteknologifonden bevilgede sidste efterår godt ti millioner kroner til udvikling af den nye teknologi. Lidt over seks millioner gik direkte til SCF Technologies, mens de resterende midler gik til virksomhedens samarbejdspartnere.

Kilde: www.scf-technologies.com ■

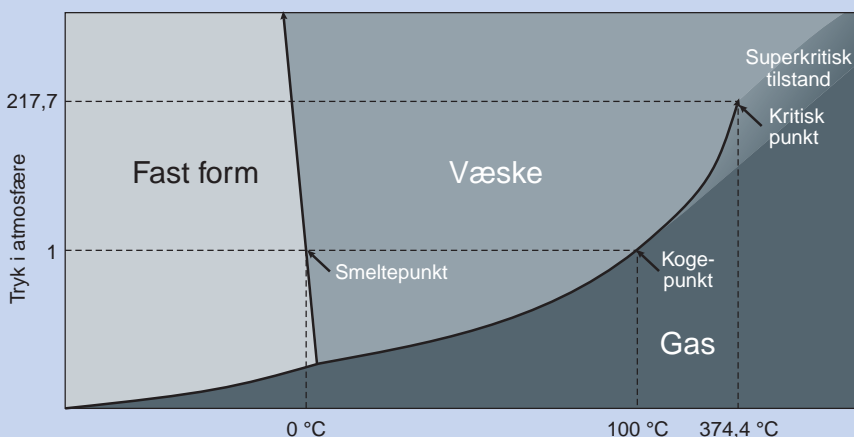
Sådan fungerer en superkritisk proces

I en superkritisk proces benytter man sig af, at der sker en række kemiske reaktioner med organisk materiale, når det udsættes for høje tryk og temperaturer. Fænomenet kendes i mindre målestok fra hverdagslivet – for eksempel når grønsagerne bliver bløde og møre efter at have været behandlet i en trykkoger.

Ved endnu højere tryk og temperatur sker der en fuldstændig nedbrydning af organisk materiale

til enkelte molekyler. Disse molekyler reagerer kemisk med vandet, og med en passende katalysator kan reaktionerne kontrolleres i retning af et bestemt produkt. Derved bliver det muligt at omdanne flydende organisk materiale til olie.

Populært sagt er den superkritiske proces således i stand til – i løbet af ganske få minutter – at efterligne de forhold, der har skabt jordens oliereserver gennem flere millioner år.



Genetablering af biogasprocessen

Biogasanlæggene kan spare betydelige beløb, hvis der gribes ind i tide, når den biologiske proces viser tegn på ubalance. I den forbindelse kan fortynding af biomassen og tilsætning af frisk eller afgasset biomasse være et vigtigt redskab, men det er vanskeligt at give en præcis opskrift på den bedste strategi. Det viser en række forsøg, som forskere på Danmarks Tekniske Universitet har udført.



foto: torben skøtt/biopress

Af Henrik Bangsø Nielsen og Rena Angelidaki

Tilsætning af frisk biomasse kan være et vigtigt redskab, hvis den biologiske proces viser tegn på ubalance. Billedet er fra fællesanlægget i Nysted på Lolland.

De fleste biogasanlæg har i større eller mindre omfang været udsat for driftsforstyrrelser, ligesom flere anlæg har oplevet, at processen i værste fald kan bryde helt sammen. Sådanne sammenbrud kan have alvorlige økonomiske konsekvenser for anlægget, og det er et emne, som der er meget fokus på blandt driftsledere.

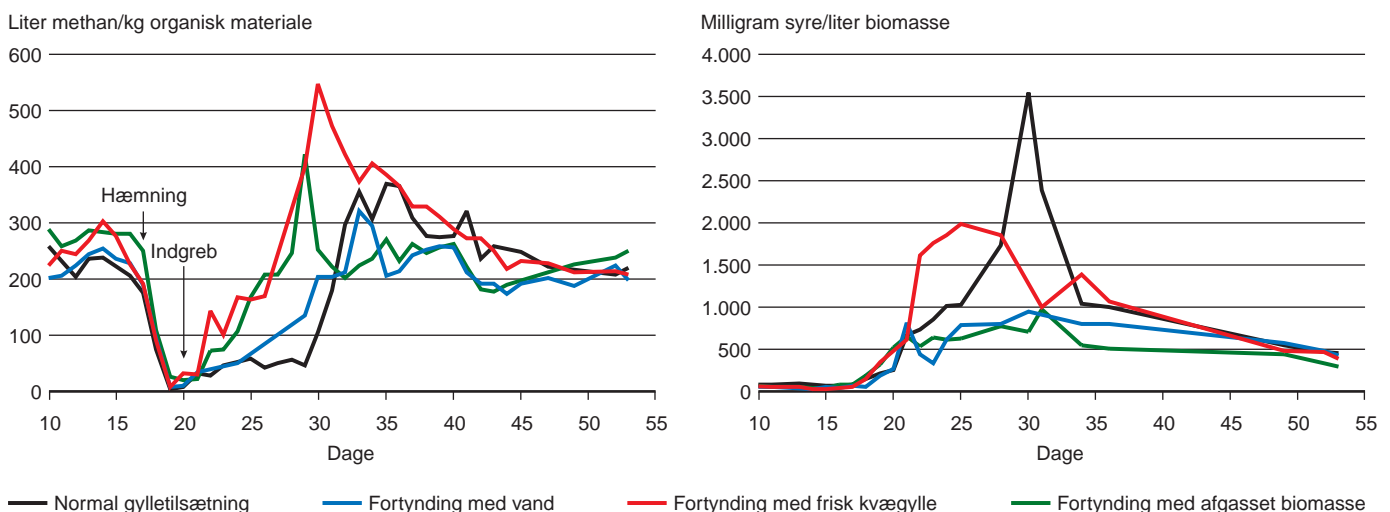
Driftsforstyrrelser og sammenbrud bliver ofte kædet sammen med de typer biomasse, anlæggene får tilført, og

det har desværre vist sig, at en kombination af gylle og organisk affald kan være en farlig cocktail. Er der meget protein og fedt i blandingen, kan det medføre høje koncentrationer af ammonium og langkædede fede syrer (LCFA), som kan hæmme processen.

Den bedste måde at undgå sådanne hæmninger er ved at have en indgående viden om den type biomasse, anlægget får tilført – både hvad angår den kemiske sammensætning, og

hvordan biomassen nedbrydes i anlægget. Derudover er det vigtigt at kunne foretage en præcis dosering af de forskellige typer affald, ligesom en detaljeret procesovervågning er meget vigtig.

Desværre er det langt fra altid, at anlæggene har mulighed for at opfylde disse betingelser. Fortankene er begrænset i antal og størrelse, og driftslederne vil derfor ofte være tvunget til at blande affaldet sam-



Figur 1. Forsøg med genopretning af biogasprocessen i forskellige reaktorer, hvor ammonium-koncentrationen efter 17 dage blev hævet fra 1 til 9-11 gram N/liter biomasse. I den første reaktor blev der ikke grebet ind, og der blev kun tilsat den normale gyllemængde. I de tre andre reaktorer blev halvdelen af reaktorindholdet, tre dage efter hæmningen, erstattet med enten vand, afgasset biomasse eller frisk gylle. Disse reaktorer blev ligeledes tilsat den samme daglige mængde gylle, som før hæmningen indtraf. Reaktortemperaturen var under hele forsøget 52° C, og den gennemsnitlige opholdstid var på 15 dage.

men. Variationer i sammensætningen, mængden og leveringsfrekvensen af de forskellige typer affald er ligeledes et problem. Det betyder nemlig, at anlæggene kan være tvunget til at tilføre reaktorerne en bestemt type affald på et tidspunkt, hvor det kan give problemer med stabiliteten i den biologiske proces. Endelig er en komplet overvågning af samtlige procesparametre¹ en både tidskrævende og dyr løsning, hvilket gør, at overvågningen på de fleste anlæg er mangelfuld.

Som en konsekvens af disse begrænsninger sker der jævnligt forskellige driftsforstyrrelser på biogasanlæggene. Spørgsmålet er derfor: Hvad kan driftslederne gøre for hurtigt at genetablere processen, når de registrerer et fald i gasproduktionen?

På Institut for Miljø og Ressourcer på Danmarks Tekniske Universitet har vi gennemført en række forsøg med genopretning af biogasprocessen i laboratorie-reaktorer. Forsøgene, der blev støttet af Energiforskningsprogrammet, var primært baseret på fortynding af biomassen med enten vand, gylle eller afgasset biomasse. Processen blev hæmmet ved at tilsætte enten ammonium eller LCFA til



foto: torben skøtt/biopress

Kombinationen af gylle og organisk affald giver masser af gas, men det kan også være en farlig cocktail, der i værste fald kan sætte den biologiske proces i stå. Her er det aflæsning af storkøkkenaffald på biogasanlægget i Hashøj ved Slagelse.

fire reaktorer med kvæggylle. Udfaldet af de forskellige strategier samt en beskrivelse af forsøgene er vist i figur 1 og 2.

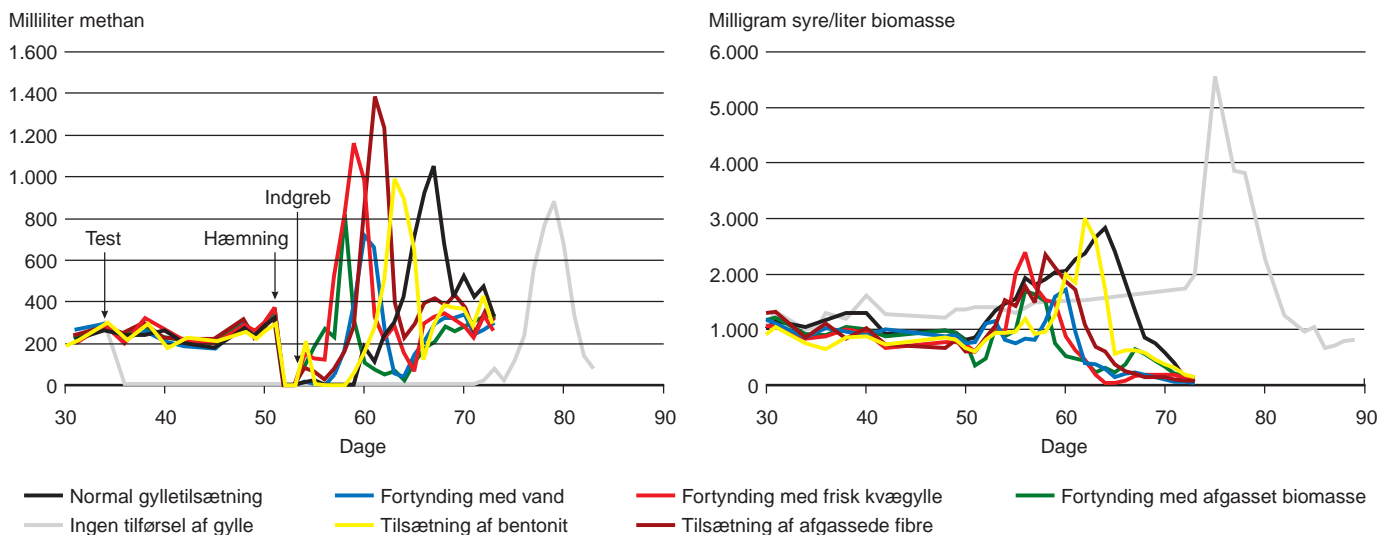
Ammonium-hæmning

Efter hæmning med ammonium viste det sig, at den mest effektive metode til genopretning af processen var at udskifte halvdelen af reaktorindholdet med afgasset biomasse eller frisk kvæggylle (se figur 1). Med den strategi tog det cirka seks dage at komme

tilbage til den oprindelige gasproduktion, mens det tog 10 – 11 dage, hvis der i stedet blev tilført 50 procent vand, eller tilførslen af den daglige mængde gylle blev halveret.

Efter knap seks dage blev der registreret en markant forøgelse af gasproduktionen i den reaktor, der fik tilsat 50 procent frisk kvæggylle. Under hele genetableringsperioden producerede denne reaktor således mellem

fortsættes på side 13 ▶



Figur 2. Forsøg med genopretning af biogasprocessen efter tilsætning af 5 gram oleate (C18-fedtsyre) per liter biomasse. I den første reaktor blev der tilsat oleate efter 34 dage for at sikre, at der opstod en tydelig hæmning (hæmningstest). Reaktoren blev derefter overladt til sig selv, og der blev ikke tilsat nogen form for biomasse. De øvrige seks reaktorer (testreaktorer) blev hæmmet efter 50 dage. I en af disse reaktorer blev der kun tilsat den normale gyllemængde. I tre andre reaktorer blev halvdelen af reaktorindholdet, tre dage efter hæmningen, erstattet med enten vand, afgasset biomasse eller gylle. I de to sidste reaktorer blev der tilsat 8,7 gram afgassede gyllefibre per liter biomasse eller 5,0 gram bentonit per liter biomasse. De seks testreaktorer fik efter 63 dage tilført den normale mængde gylle. Reaktortemperaturen var under hele forsøget 52 °C, og den gennemsnitlige opholdstid var på 15 dage.



foto: torben skøtt/biopress

Biogasforsøg i stor skala

– *Forskningscenter Foulum indvier verdens største forsøgsanlæg*

Nyt forsøgsanlæg hos Forskningscenter Foulum skal give forskerne bedre mulighed for at optimere gasudbyttet fra blandt andet husdyrgødning og energi-afgrøder. I dag udnytter vi kun cirka halvdelen af gaspotentialet i biomassen, så der er store perspektiver i at forbedre nye og eksisterende biogasanlæg.

Af Torben Skøtt

Tirsdag den 30. oktober blev verdens største forsøgsanlæg til biogas indviet hos Forskningscenter Foulum, der i dag hører under Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet på Århus Universitet. Ved indvielsen var der mange rosende ord om det nye anlæg, men også en vis frustration over, at det har taget næsten ti år at nå så langt.

– Ambitionen er, at det nye biogasanlæg skal bidrage til at bringe Danmark i det globale førerfelt inden for udnyttelse af energi og næringsstoffer i husdyrgødning og andre former for biomasse, udtalte fødevarerminister Eva Kjer Hansen i en pressemeddele-

se, der blev udsendt i forbindelse med indvielsen. Hun deltog dog ikke selv i arrangementet på forskningscentret, da hun havde valgt at bruge sin tid på den aktuelle valgkamp. Det gjorde til gengæld Bent Hansen, formand for region Midtjylland og Martin Merrild, der er borgmester i Struer og har en række tillidsposter inden for landbruget. De to åbnede i fællesskab for gasanlægget, der markerede indvielsen af det 25 millioner kroner dyre anlæg.



foto: torben skøtt/biopress

Bent Hansen (til venstre) og Martin Merrild åbnede i fællesskab for gasanlægget, der markerede indvielsen af anlægget.

To anlæg

Reelt er der tale om ikke blot ét, men to biogasanlæg i Foulum: Et forsøgsanlæg og et produktionsanlæg, der skal behandle omkring 29.000 tons gylle og cirka 2.000 biomasse fra de stalde og marker, der hører til Forskningscenter Foulum. På basis heraf vil anlægget producere omkring 850.000 kubikmeter metangas, som vil blive omdannet til varme og strøm i det lokale kraftvarmeanlæg.

Selve forsøgsanlægget består af fire reaktorer med tilhørende fortanke samt doseringssystemer for tilførsel af faste produkter som foderrester, dybstrøelse, energiafgrøder og lignende. Anlægget bliver dermed et af de mest avancerede og fleksible forsøgsanlæg i verden.

– Vi forventer, at de forskellige teknologiske tiltag, der vil blive afprøvet på det nye anlæg, skal bidrage til gøre fremtidens biogasanlæg mere effektive og stabile i drift og til at opnå en større samlet miljøgevinst end man fik med den første generation af anlæg, sagde Gunnar Hald Mikkelsen, der kommer til at stå for driften af det nye anlæg på forskningscentret.

Udover at gennemføre forskning som optimerer de processer, der fore-

går i selve biogasreaktorerne, bliver det også muligt at eksperimentere med forskellige typer biomasse. Placeringen på Forskningscenter Foulum giver adgang til et stort råvaregrundlag fra centrets produktionsbesætning af malkekvæg, svin, fjerkræ og mink. Herudover kan centret levere energiafgrøder, halm og andre former for biomasse.

Og der er nok at tage fat på, før biogassens samlede potentiale kan udnyttes fuldt ud. I de anlæg, som eksisterer i dag, er omsætningen af det organiske stof fra eksempelvis husdyrgødning og halm kun cirka 50 – 60 procent af det teoretisk mulige.

Der er mange forslag til metoder, der kan forbedre produktionen af biogas, men der mangler ofte videnskabelig dokumentation og afprøvning i



foto: torben skott/biopress

Direktøren for Xergi, Frank Rosager (på tallerstolen), overrækker "startnøglen" til Martin Merild og Bent Hansen (til højre).

praksis af metoderne. Det skal forsøgsanlægget nu være med til at råde bod på. Anlægget, som er finansieret af Fødevareministeriet, vil give både forskere, studerende og biogasproducenter helt nye muligheder for at udvikle teknologier i stor skala.

En af de producenter, der helt sikkert vil bruge det nye anlæg, er Xergi. De har stået for levering af anlægget, og har placeret deres udviklingsafdelingen hos Center for Bioenergi og Miljøteknologisk Innovation, der er nabo til Forskningscenter Foulum. ■

► fortsat fra side 11

42 og 74 procent mere gas end de andre reaktorer, hvilket hænger sammen med den ekstra mængde organisk materiale, som reaktoren fik tilført i form af frisk gylle.

Man bør imidlertid også hæfte sig ved udviklingen i syre-niveauet under genetableringen, da det giver en indikation af, hvor stabil processen er. Her viste det sig, at stigningen i syre-niveauet var noget højere ved tilsætning af frisk gylle end ved tilsætning af afgasset biomasse. Meget tyder således på, at den mest effektive og sikre fremgangsmåde ved ammoniumhæmning er en kombineret tilsætning af gylle og afgasset biomasse.

Den dårligste fremgangsmåde er slet ikke at foretage sig noget og kun tilføre den daglige mængde gylle eller at fortynde biomassen med vand. Tilførslen af vand giver en hurtigere genopretning, end hvis der ikke bliver grebet ind, men til gengæld medfører denne strategi en forholdsvis lav gasproduktion. Den kraftigste stigning i syre-niveauet blev registreret i den reaktor, hvor der ikke blev grebet ind, hvilket indikerer, at processen her var mere påvirket end i de andre reaktorer.

LCFA-hæmning

Hæmning af biogasprocessen ved tilførsel af LCFA viste stort set samme

billede som ved hæmning med ammonium (se figur 2). Biogasproduktionen blev genetableret efter 3 – 4 dage, når biomassen blev fortyndet med henholdsvis afgasset biomasse og gylle, mens det tog 5 – 6 dage ved tilsætning af vand og 10 dage, når der ikke blev grebet ind.

I denne forsøgsrække blev det også testet, hvilken effekt tilsætning af udrådnede fibre og bentonit havde på processen. Fibrene havde en hurtig effekt (6 dage), mens tilsætning af bentonit var lidt langsommere (8 dage), men alligevel mere effektiv end når man kun tilsatte den daglige mængde gylle. I et forsøg hvor der helt blev stoppet for tilførslen af gylle, var genetableringen meget ineffektiv og tog hele 42 dage.

Da processen var blevet genetableret i alle reaktorer, blev forsøgene gentaget (ikke afbildet). Responstiden, når halvdelen af biomassen blev udskiftet med frisk gylle eller afgasset biomasse, var den samme som i det første forsøg, mens det gik en anelse hurtigere, hvis man blot fortsatte med den daglige tilførsel af gylle (9 dage). Det viser, at processen er i stand til at tilpasse sig til en højere koncentration af LCFA. Tilsætning af fibre var en anelse langsommere (8 dage) end i det første forsøg, mens tilsætning af bentonit (18 dage) og vand (21 dage) havde fået en markant længere responstid.

Konklusion

Den overordnede konklusion på forsøgene er, at fortynding af biomassen efter et procesudfald forårsaget af ammonium eller fedt er vigtig, da koncentrationen af de hæmmende stoffer derved reduceres. Fortyndingen er dog ikke den eneste faktor, der har betydning, og tilsætning af substrat i form af frisk eller afgasset biomasse er også nødvendigt for at opnå en tilfredsstillende genetablering af processen.

Det kan imidlertid være vanskeligt at komme med en præcis opskrift på den bedste strategi, da proceshæmningerne kan variere meget fra gang til gang. Resultaterne kan dog bruges som inspiration og til at vurdere, hvilken strategi de enkelte anlæg ønsker at benytte, når processen kommer ud af balance. Før man vælger en konkret strategi, bør forhold som temperaturniveau, organisk belastning, affaldssammensætning og årsagen til ubalancen vurderes.

Henrik Bangsø Nielsen er Ph.d. og Post doc ved Risø, Danmarks Tekniske Universitet.

Rena Angelidaki er Ph.d. og Professor ved Miljø og Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

1. Se artiklen "Optimering af biogasprocessen" i FiB nummer 13-2006, side 1 – 4. ■

Nyt kursus: Forretningsplaner for projektansøgere

1st Mile med Søren Houmøller i spidsen kan nu tilbyde projektansøgere kurser i, hvordan man udarbejder en forretningsplan for et konkret projekt.

Markedet for projekter vokser eksplosivt i disse år, og samtidig stiger udbydernes krav til, at projekterne kan omsættes til forretning. Det stiller krav til nye kompetencer hos projektansøgerne, som nu også skal udforme forretningsplaner og sandsynliggøre, at projekterne på sigt kan give et kommercielt udbytte.

I den forbindelse kan 1st Mile, der har specialiseret sig i at omsætte projekter til forretning, nu tilbyde kurser i, hvordan man strækker en forretningsplan sammen. Kurset, der strækker sig over 1 – 2 dage, sætter deltagerne i stand til at:

- forstå forskellen på projektstøtte og kapitalindskud fra investor
- forstå en investors tankegang og hans prioriteter
- forstå elementerne i en forretningsplan
- udforme en forretningsplan rettet mod en privat investor for en konkret case
- blive i stand til at skrive en forretningsplan, der imødekommer de krav, som de offentligt finansierede forskningsprogrammer stiller.

Prisen for et kursus afhænger af deltagerantal samt krav til forplejning og eventuel overnatning. Yderligere oplysninger fås hos:

Søren Houmøller • ☎ 4044 6714 • www.1stmile.dk

Haves: 31 milliarder kroner Ønskes: Miljø- og energiforskning i verdensklasse

Forsknings- og Innovationsstyrelsen stiller skarpt på de aktuelle muligheder for at søge EU-støtte til miljø- og energiprojekter. Det sker på to temamøder den 10. og 13. december i henholdsvis København og Århus.

Af Nina Espegård Hassel

Debatten om klimaforandringer bliver mere og mere intens. Det er en af de største miljømæssige udfordringer, vi står overfor, og EU støtter massivt forskning og udvikling, der kan imødekomme disse udfordringer.

I EU's 7. rammeprogram for forskning og teknologisk udvikling, der løber frem til 2013, er der blandt andet lagt stor vægt på forskning og udvikling inden for miljø- og energisektorerne, der kan imødekomme udfordringerne forårsaget af klimaforandringerne.

Hør om mulighederne

Forsknings- og Innovationsstyrelsen stiller skarpt på de aktuelle muligheder for at søge EU-støtte til miljø- og

energiprojekter. Det sker på temamøder den 10. december 2007 på Danmarks Meteorologiske Institut i København og den 13. december 2007 på Århus Rådhus.

På møderne præsenterer vi de nye fagområder, som erhvervsfolk og forskere kan søge EU-støtte til næste år og gennemgår de krav, EU stiller. Vi opridser de danske perspektiver inden for miljø og energi og kommer med gode råd om at søge og gennemføre EU-projekter.

Tilmelding

Tilmelding til Helen Thorboe på hbt@fi.dk med angivelse af navn, virksomhed/forskningsinstitution, adresse, telefon, e-mail samt navn og dato på informationsmødet.

Se programmerne for de to møder på www.rammeprogram.dk – klik på "Arrangementer og kurser".

Nina Espegård Hassel er fuldmægtig i EuroCenter, der informerer og rådgiver om EU's forskningsprogrammer, bistår udenlandske forskere i Danmark og hjælper til med overførsel af teknologi. Eurocenter hører under Forsknings- og Innovationsstyrelsen.

EU-støtte til energi-projekter

Forskning, der kan forbedre og medvirke til at omlægge det nuværende energisystem, er i højsædet i energi-programmet under EU's 7. rammeprogram. Det spænder fra forskning i biomasse og bølgeenergi til viden som grundlag for energipolitiske beslutninger. Der er i årene 2007-2013 afsat cirka 17 milliarder kroner til at:

- udvikle et bæredygtigt energisystem
- øge energieffektiviteten
- forbedre forsyningssikkerheden og mindske klimaændringer
- forbedre energisektorens konkurrenceevne.

Yderligere oplysninger fås hos Nina Espegård Hassel på telefon 3544 6293 og på www.rammeprogram.dk.

EU-støtte til miljø-projekter

Miljøprogrammet skal være med til at fremme en bæredygtig forvaltning af miljøet og dets ressourcer. Det skal ske ved at øge vores viden om samspillet mellem klima, biosfære, økosystemer og menneskelige handlinger. Der er i årene 2007-2013 afsat cirka 14 milliarder kroner til følgende indsatsområder:

- klimaændringer, forurening og risici
- miljøteknologi
- jordobservation og vurderingsredskaber
- bæredygtig ressourcestyring.

Yderligere oplysninger hos Hans Henrik Lomholt på telefon 3395 5255 og på www.rammeprogram.dk.

Forbrænding af biomasse på rist

Titel: 4730 - Fællesprojekt for biomasse: Udvikling af generaliseret model for forbrænding af biomasse på rist.

Ansvarlig: Aalborg Universitet, Institut for Energiteknik, Lasse Rosendahl, ☎ 9635 9240

Tilskud: PSO – 3.812.000 kroner

Projektet har bestået af to dele: Etablering af testfaciliteter samt opbygning af en model, der beskriver, hvordan forbrænding af biomasse i ristefyrede kraftværkskedler forløber.

Etablering af forsøgsanlægget har været en succes og bliver løbende brugt af forskere og studerende, der ønsker at lave afgangsp projekter om forbrænding af biomasse. Til gengæld viste det sig, at opbygning af modellen var langt mere kompliceret end først antaget, og forskerne har indtil videre opgivet at bruge denne del af projektet.

Forgasningsanlæg i Græsted

Titel: 5288 - Modellering, verifikation og langtidsafprøvn ing af et trinopdelt forgasningsanlægs driftsegenskaber ved varierende el- og varmeudbytte

Ansvarlig: BioSynergi Proces ApS, Henrik Houmann Jakobsen, ☎ 4586 1430

Tilskud: PSO – 1.642.000 kroner

Projektet har givet øget indsigt i forgasningsanlæg, der er baseret på det såkaldte Open Core princip. Forsøgene er udført på Castor-anlægget hos Græsted Fjernvarme i Nordsjælland under ledelse af Henrik Houmann Jakobsen fra BioSynergi ApS. De overordnede aktiviteter i projektet har været:

- ombygning og afprøvning af anlægget til drift ved delast
- forsøg og udvikling af anlæggets start/stop procedurer
- driftsmålninger på det ombyggede kraftvarmeanlæg
- udvikling af en statisk computermodel.

Da Castor-anlægget i sin tid blev etableret med støtte fra Energistyrelsen, var det udelukkende indrettet til drift ved fuld ydelse. Efter gennemførelse af nærværende projekt kan belastningen reguleres ned til cirka 40 procent af den maksimale ydelse på 425 kW. Test af forskellige start/stop procedurer har vist, at en gasbrænder med en effekt på 30 – 50 kW er den mest velegnede metode til opstart af et koldt forgasningsanlæg. Måleprogrammet har blandt andet vist, at forgasseren producerer en udmærket gas med en rimelig stabil sammensætning. Udvikling af computermodellen har givet et godt indblik i anlæggets parametre ved en vilkårlig driftssituation.

Forgasningsanlæg i Gjøel

Titel: ENS-1373/03-0004 – LIFTOFF forgasningsanlæg i Gjøel

Ansvarlig: FORCE Technology. Energi og Miljø, Aage Damsgaard, ☎ 7215 7700

Tilskud: EFP – 2.178.000 kroner

Det oprindelige formål med projektet var gennemførelse af et måleprogram samt færdigudvikling af forgasningsanlægget i Gjøel i Nordjylland. Opførelsen af anlægget blev dog væsentligt forsinket, og forgasseren vil først blive startet op sidst på året. Det har derfor ikke været muligt at gennemføre et måleprogram, så midlerne fra nærværende projekt er i stedet blevet brugt på dimensionering og færdiggørelse af anlægget.

Alternative additiver

Titel: 6532 – Alternative additiver

Ansvarlig: Dong Energy A/S, Lasse Tobiasen, ☎ 9955 1111

Tilskud: PSO – 2.600.000 kroner

Der er tidligere gennemført teoretiske studier med forskellige additiver med positive resultater. Mange af disse additiver er dog for dyre til at kunne anvendes i praksis på fuldskalaanlæg, og formålet med projektet har derfor været at undersøge mulighederne for at anvende en række billigere alternativer. Det drejer sig om:

- tørstoffractionen fra afgasset gylle
- papirslam
- støberisand
- brugt blegejord
- anorthosit
- sand
- rest-ler

De fleste af disse alternative additiver viste sig imidlertid at være uegnede, enten på grund af manglende kemisk virkning eller på grund af store krav til forbehandling, herunder ikke mindst tørring.

Brugt blegejord og rest-ler var de eneste additiver, der var i stand til at reducere belægningerne i kedlen, rest-ler er en meget våd lerfraktion, og tørring vil udgøre en betydelig barriere for anvendelsen af dette produkt. Brugt blegejord kræver derimod næsten ingen forbehandling og er derfor det mest lovende bud på et alternativt additiv. Imidlertid medfører olieindholdet i blegejorden, at produktet lovgivningsmæssigt betragtes som affald, hvilket blandet andet udløser en afgift på 330 kroner/ton.

Ved anvendelse af additiver skal der bortskaffes større mængder aske, og det kan medføre en betydelig merudgift, især når det drejer sig om brændsler med et højt askeindhold som halm, da tilsætning af additiver er proportional med askeindholdet i brændslet.

Samlet set er brugen af alternative additiver økonomisk set ikke specielt attraktiv, da det vil medføre en stigning i brændselspris på mindst 3 procent ved træ og 8 procent ved halm som brændsel. Det vil kun være i særlige tilfælde, at disse udgifter opvejes af de besparelser i drift og vedligehold, som additiverne kan give anledning til.



foto: torben skott/biopress

De alternative additiver er blandt andet blevet afprøvet her på Køge Kraftvarmeverk.

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

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

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 marts 2008. Deadline for redaktionelt stof er den 15. februar 2008.

Biodiesel skåner helbredet – men belaster miljøet

foto: torben skøtt/biopress



Australske forskere slår nu fast, at der er langt færre skadelige stoffer i udstødningen fra en bil, der kører på biodiesel end i en bil, der kører på almindelig diesel. Til gengæld er der ikke mange miljøfordele ved biodiesel hvis nogen overhovedet. Tyske forskere peger således på, at biodiesel i flere tilfælde udsender flere drivhusgasser end traditionel dieselolie.

Det er velkendt, at udstødningsgasser fra trafikken hvert år medfører alvorlige helbredsproblemer i form af blandt andet hjertesygdomme, bronkitis og astma, men det er først for nylig, forskerne har fundet ud af, at biodiesel er langt mindre skadelig end traditionel dieselolie.

Resultaterne stammer fra en undersøgelse, som en forskergruppe på Deakin University i Australien har udført under ledelse af professor Leigh Ackland. Her har man i et laboratorium undersøgt, hvordan celler fra menneskets luftveje reagerer, når de udsættes for forskellige typer udstødningsgas.

Resultaterne var ikke til at tage fejl af. I de forsøg, hvor cellerne blev udsat for udstødningsgas fra traditionel diesel, kunne forskerne konstatere, at et stort antal celler fandt sammen og døde, hvorimod der stort set ikke var døde celler i de forsøg, hvor udstødningsgassen stammede fra biodiesel.

– Det er helt klart, at udstødningsgasser fra diesel er langt mere skadelige end udstødning fra biodiesel, udtaler professor Leigh Ackland i en pressemeddelelse fra Deakin University. Han peger især på risikoen for forskellige luftvejslidelser som astma, men nævner også den øgede risiko for at få lungekræft.

Biodiesel er således godt for helbredet, men flere undersøgelser peger til gengæld på, at miljøfordelene er begrænsede, og at det i visse tilfælde kan være direkte skadeligt for klimaet at droppe den almindelige dieselolie til fordel for den grønne olie. En livscyklusanalyse fra Institute for Energy and Environmental Research i Tyskland, der blev præsenteret på en konference i Industriens Hus den 30. oktober, viser således, at biodiesel produceret på basis af blandt andet sojabønner og palmeolie kan medføre et større CO₂-udslip end traditionel dieselolie. Hvis råvaren i stedet er rapsfrø, kan man forvente en årlig CO₂-fortrængning per hektar på omkring tre tons eller nogenlunde det samme som for ethanol udvundet af korn. Bioethanol, produceret på basis af sukkerrør, udviser det bedste miljøregnskab med en CO₂-fortrængning på 10 – 15 tons per hektar og er faktisk en del bedre end 2. generations bioethanol, hvor der kun fortrænges cirka fem tons CO₂ per hektar. *TS*