

IEA-samarbejde om mikro kraftvarme

Der er tale om to mindre projekter, der begge har omfattet dansk deltagelse i arbejdsgrupper under det Internationale Energiagentur (IEA). I begge grupper mødes eksperter fra forskellige lande for at udveksle erfaringer om udviklingen inden for brændselsceller.

I Annex 25, der er den ene af de to grupper, udveksles erfaringer om stationære brændselscellesystemer i de enkelte medlemslande. Den imponerende japanske udvikling af mikro kraftvarme følges nøje, og det diskuteres, hvordan nye europæiske bygningsreglementer og højere elpriser kan fremme brugen af mikro kraftvarme. Anvendelse af storskala PEM brændselscellesystemer, der udnytter overskudsbrint fra den kemiske industri, undersøges, og det diskuteres, hvordan man bedst håndterer de forskellige naturgaskvaliteter i det europæiske gasnet. Deltagelse i arbejdsgruppen giver mulighed for at kunne deltage i internationale projekter. Arbejdet i Annex 25 fortsætter i et nyt projekt frem til 2014.

I Annex 54, der er den anden af de to arbejdsgrupper, udveksles erfaringer om integration af mikro kraftvarme i bygninger. Emnerne omfatter blandt andet:

- anlæg til kombineret el- og varmeproduktion
- anlæg til kombineret el-, køle- og varmeproduktion
- integration af mikro kraftvarme, energilagring og behovsstyring på lokalt plan
- analyse af anlæg, der forsyner en enkelt bolig
- analyse af anlæg, der forsyner flere boliger sammen med små forretningsejendomme
- analyse af de langsigtede konsekvenser af mikro kraftvarme der leverer el til nettet
- medarrangør af MICRoGEN II-konferencen i Glasgow i april 2011.

Arbejdet i Annex 54 fortsætter ligeledes frem til 2014

Titel:	IEA samarbejde, avancerede brændselsceller, Annex 25, stationære brændselsceller
Kontakt:	Dantherm Power A/S, Per Balslev ☎ 7488 6740, ✉ peb@dantherm.com
Sagsnr.:	ENS 64009-0292
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	295 .000 kroner

Titel:	EUDP 09-II IEA ECBCS Annex 54
Kontakt:	Dantherm Power A/S, Per Balslev ☎ 7488 6740, ✉ peb@dantherm.com
Sagsnr.:	ENS 64009-0293
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	274 .000 kroner

HT-PEM brændselsceller til nødstrømsanlæg

Der er i dag en betydelig efterspørgsel efter brændselsceller, der kan anvende andre brændstoffer end ren brint. I projektet er der arbejdet med nødstrømsforsyninger, baseret på brændselscelleanlæg, der forsynes med naturgas, flaskegas eller metanol.

I et samarbejde mellem Dantherm Power A/S, LeanEco A/S og Aalborg Universitet er der udviklet brændselscellebaserede nødstrømsforsyninger, der forsynes med brint fremstillet af naturgas, flaskegas eller metanol.

I den første del af projektet blev der arbejdet med at bruge metanol til de såkaldte HT-PEM brændselsceller, der typisk arbejder ved et temperaturniveau på 150-160 °C i modsætning til LT-PEM, hvor temperaturen er på 60-80 °C. Begge typer skal i sidste ende forsynes med brint, men fordelene ved HT-PEM er, at cellen er mindre kritisk over for urenheder i brændstoffet. Det giver mulighed for at anvende naturgas, flaskegas eller metanol, der er lettere at håndtere end brint.

I 2009, hvor projektet blev startet op, var der imidlertid en tendens til, at cellerne degraderede forholdsvis hurtigt, når der blev anvendt metanol som brændstof. Degraderingen blev undersøgt på celleniveau af Aalborg Universitet, Institut for Energiteknologi, og der blev undersøgt forskellige katalysatorer til at konvertere metanol til brint.

I den sidste del af projektet blev der satset på at anvende LT-PEM brændselsceller til flaskegas. Dantherm Power har afprøvet en række tilgængelige reformere, der kan konvertere gas til brint. Systemet er afprøvet hos slutbrugere, og LeanEco har bygget en prototype af et fleksibelt nødstrømsanlæg, der kan anvende forskellige typer brændselsceller.



Foto: Torben Skott/BoPress

Laboratoriet hos Dantherm Power, hvor fremtidens nødstrømsanlæg udvikles.

Titel:	DanDan – methanolreforming og høj temperatur PEM brændselsceller
Kontakt:	Dantherm Power A/S, Per Balslev ☎ 7488 6740, ✉ peb@dantherm.com
Sagsnr.:	ENS 63011-0205
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	6.300.000 kroner

Belægninger i støvfyrede kraftværkskedler til biomasse

Projektet er hovedsageligt udført som et Ph.D.-projekt, hvor der er foretaget en række målinger af belægninger i kraftværkskedler. Resultaterne kan være med til at sikre en optimal driftsstrategi for støvfyrede biomassekedler, så problemer med belægninger reduceres mest muligt.

Sammenlignet med kulfyring giver biomasse anledning til relativt kraftige belægninger af aske i fyrrummet og på overhederne. Disse belægninger kan give anledning til tilstopning og korrosionsproblemer, og det kan derfor være nødvendigt at rense kedlen manuelt. For at begrænse problemerne kan overhedertemperaturen sænkes, men det reducerer elvirkningsgraden. Det er derfor vigtigt at sikre en effektiv fjernelse af belægningerne ved hjælp af sodblæsning.

Der er foretaget målinger på Amagerværkets blok 2, der er en støvfyret kedel, som anvender halm og træ. Resultaterne er efterfølgende blevet sammenlignet med målinger fra en halmfyret ristedkedel. Belægningernes tykkelse var nogenlunde ens for de to anlæg, men flyveasken fra støvfyring af halm havde et højt indhold af silicium, kalium og kalcium, mens flyveasken fra halmfyring på rist havde et højt indhold af kalium, klor og svovl.

I projektet blev der foretaget endnu en række målinger på en anden af Amagerværkets støvfyrede kedler, som også anvender halm og træ. Resultaterne herfra viser blandt andet, hvor stor betydning røggastemperaturen og forholdet mellem halm og træ har for dannelsen af belægninger i kedlen.

Belægninger i kedler fjernes ofte ved sodblæsning, og projektet har været med til at klarlægge, hvor kraftigt et tryk der skal til for at fjerne en given belægning.



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Amagerværket består i dag af tre kraftværksblokke.

Titel:	Characterization and quantification of deposits build up and removal in straw suspension fired boilers
Kontakt:	DTU CHEC, Peter Arendt Jensen ☎ 4525 2849, ✉ paj@kt.dtu.dk
Sagsnr.:	ForskEL-7217
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	3.048.000 kroner

Formidling af forskningsresultater i 2010 – 2012

Projektet har formidlet forskningsresultater inden for bioenergi, brint og brændselsceller til blandt andet forskere, rådgivere, produktionsvirksomheder og offentlige myndigheder. Formidlingen er blandt sket gennem nærværende tidsskrift og en række elektroniske nyhedsbreve.

Projektet har haft til formål sikre en bedre og mere udbytterig kommunikation mellem forskere og praktikere, hjælpe projekter med at skaffe investorer, belyse hvilke projekter, der bliver til en god forretning, følge op på igangværende projekter samt indkredse forskningsfaglige emner til brug for nye projekter. Formidlingen af forskningsresultaterne er sket gennem:

- Produktion og udsendelse af tidsskriftet FIB fire gange om året.
- Produktion og udsendelse af elektroniske nyhedsbreve otte gange om året.
- Løbende nyheder på hjemmesiden www.biopress.dk

Der har været en god dialog med såvel læsere som forskere. Projektet har fået meget positiv respons, og forskerne har sat pris på, at projektet har været i stand til at formidle forskningsresultaterne ud til en bredere kreds, end de normalt har kontakt med. I flere tilfælde har projektet endvidere været med til at udbygge forskernes kontaktnet. Det har givet bedre muligheder for at udnytte forskningsresultaterne i praksis og har givet forskerne input til nye områder, hvor der kan være behov for yderligere forskning.

Der er produceret og udsendt otte tidsskrifter og 16 nyhedsbreve, der alle kan downloades fra www.biopress.dk.

Titel:	Formidling af forskningsresultater inden for bioenergi
Kontakt:	BioPress, Torben Skøtt, ☎ 8617 8507, ✉ ts@biopress.dk
Info:	www.biopress.dk
Sagsnr.:	ENS 64009-0228
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	792.000 kroner

Holdbare SOFC brændselsceller

Forskere på DTU Energikonvertering er kommet et skridt videre i bestræbelserne på at forbedre holdbarheden af de såkaldte SOFC brændselsceller. Det er blandt andet sket ved at forbedre celleydelsen, så man kan sænke driftstemperaturen, og ved at anvende nanoteknologi til fremstilling af tynde funktionelle belægninger.

DTU Energikonvertering (tidligere Risø DTU) har gennem en lang årrække arbejdet tæt sammen med Topsoe Fuel Cell A/S om udvikling af SOFC brændselsceller, og nærværende projekt har haft til formål at forbedre brændselscellernes holdbarhed. Projektet har fokuseret på celler i temperaturområdet 600 – 750 °C, der blandt andet kan anvendes i fremtidige mikro-kraftvarmeanlæg med en eleffekt på 1 til 250 kW.

I en brændselscelle produceres elektricitet ved en elektro-kemisk reaktion, og jo højere temperaturen er, jo hurtigere foregår processen. Problemet er blot, at høje temperaturer stiller store krav til valget af materialer, som bruges i stakke, og risikoen for korrosion stiger, når temperaturen øges. Omvendt giver en lavere temperatur en bedre holdbarhed, ligesom der vil kunne anvendes billigere materialer.

Forskernes viden om SOFC brændselsceller, der arbejder ved temperaturer under 750 °C, har hidtil været begrænset, og nogle af de vigtigste resultater af projektet har været forbedret virkningsgrad og driftsstabilitet for celler, der arbejder ved temperaturer på omkring 700 °C. Resultaterne er blandt andet opnået ved at anvende nye materialer til iltelektroder og nanoteknologi til fremstilling af tynde belægninger.

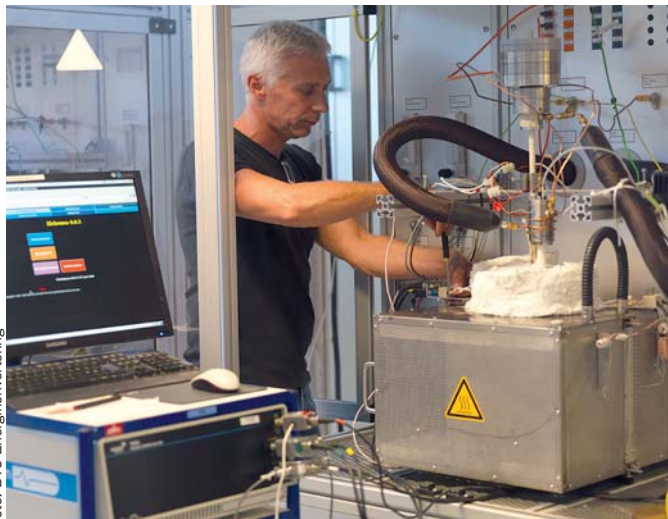


Foto: DTU Energikonvertering

Forskning i SOFC brændselsceller på DTU.

Titel:	Holdbare og robuste keramiske brændselsceller
Kontakt:	DTU Energikonvertering, Johan Hjelm, ☎ 4677 5887, ✉ johh@dtu.dk
Sagsnr.:	ForskEL-10441
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	10.999.000 kroner

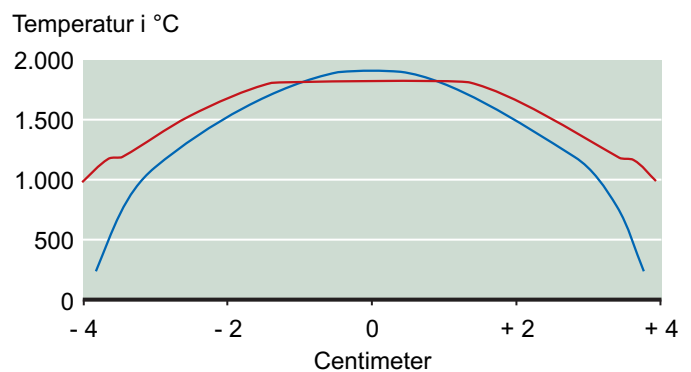
Undersøgelser af røggas og flammer

Ud fra traditionelle punktmålinger kan det være svært at få et overblik over flammer og røggasser i en kedel. Dermed kan det være vanskeligt at kortlægge, hvordan forbrændingen mere præcist forløber i en biomassekedel, men på DTU Kemiteknik har man udviklet et tomografisk system, der kan bidrage med en række nyttige informationer.

Projektet har haft til formål at udvikle et todimensionelt infrarødt tomografisk system, så man ude på anlæggene kan få mulighed for at undersøge mindre flammer og varme røggasser. Målet er at introducere avancerede tomografiske metoder, der kan anvendes ved etablering af nye, større anlæg.

I projektet har man brugt en mindre 6 cm gasflamme som reference. Flammen er skannet i et geometrisk mønster med et infrarødt spektrometer, og i samarbejde med professor Valery Sizikov fra St. Petersburg Universitet er der blevet udviklet en algoritme. Derved kan man foretage en tomografisk rekonstruktion af gastemperaturer med scanning af flammen i henholdsvis i henholdsvis et parallel- og viftemønster (se nedenstående figur). Sidstnævnte er nyt og er ikke tidligere demonstreret, men er den skanningsmetode, som er mest lovende i større systemer.

Resultaterne viser, at for små flammer er en tomografisk metode brugbar. Metoden er dog følsom over for mindre variationer i input og stiller store krav til målesystemet, ligesom det volder problemer, hvis flammen er i nærheden af kold luft. Infrarødt tomografi vil være lang bedre egnet til brug i større lukkede systemer, hvor der kan måles over større strækninger, og hvor den varme gas er omsluttet af vægge. Her skal der dog udvikles en algoritme, der kan håndtere flere viftescanninger, så man kan dække et tværsnit med vilkårlige temperaturer og gaskoncentrationer.



— Scanning i parallelmønster — Scanning i viftemønster

Flamme og temperaturprofil målt tomografisk ud fra to forskellige scanningsmetoder.

Titel:	IR-tomografi i varme gas strømme
Kontakt:	DTU Kemiteknik, Sønnik Clausen, ☎ 2081 4523, ✉ sqcl@kt.dtu.dk
Sagsnr.:	ForskEL-10246
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	395.000 kroner

Testcenter for brint og brændselsceller

FCH Test Center er kommet godt fra start og har i dag et stort nationalt og internationalt netværk med vigtige spillere fra industrien. De første kommercielle opgaver er kommet i hus, og det er fortsat ambitionen at blive Europas foretrukne testcenter for brint og brændselsceller.

Projektet havde to hovedmål: at etablere et testcenter for brint og brændselsceller og starte de første levetidstest af SOFC-brændselsceller.

Det lykkedes ved aktiv indsats at etablere et stort nationalt og internationalt netværk med vigtige spillere fra industrien. I dag er FCH Test Center blevet kendt og deltager i flere internationale projekter. Det drejer sig blandt andet om EU-projektet ene.field, der er et stort demonstrationsprojekt for mikrokraftvarme. Andre nye projekter handler om elektrolyse og PEM-brændselsceller.

For at imødekomme industriens behov er der indkøbt nyt testudstyr til udvikling af levetidstest af SOFC-celler og stakke i tæt samarbejde med Topsoe Fuel Cell. Dansk Gasteknisk Center har gennemført standardiseringsaktiviteter og lavet forarbejde til, at accelereret levetidstest af SOFC på sigt kan blive en international standard. Desuden har Dansk Gasteknisk Center udarbejdet en vejledning i myndighedshåndtering for stationære brint- og brændselscelleprojekter.

Efter projektets afslutning bærer nye projekter videre. De første kommercielle opgaver er kommet i hus, og det er fortsat ambitionen at blive Europas foretrukne testcenter for brint og brændselsceller.



Foto: Torben Skætt/BitPress

Testcentrets faste stab består i dag af Eva Ravn Nielsen og Frederik Berg Nygaard.

Titel:	Test- og Godkendelsescenter for Brændselscelle- og Brintteknologier: Fase 1
Kontakt:	DTU Energikonvertering, Eva Ravn Nielsen, ☎ 2428 9356, ✉ evrn@dtu.dk
Info:	www.fch.dk
Sagsnr.:	ENS 64009-0246
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	5.046.000 kroner

Opgradering af biogas med brint fra et elektrolyseanlæg

Biogas kan omdannes med høj effektivitet til naturgaskvalitet ved hjælp af brint, som er fremstillet i et SOEC elektrolyseanlæg. Derved vil overskydende vindmøllestrøm kunne lagres i naturgasnettet, og systemet vil være lønsomt, hvis den opgraderede kuldioxid får samme støtte som biogas.

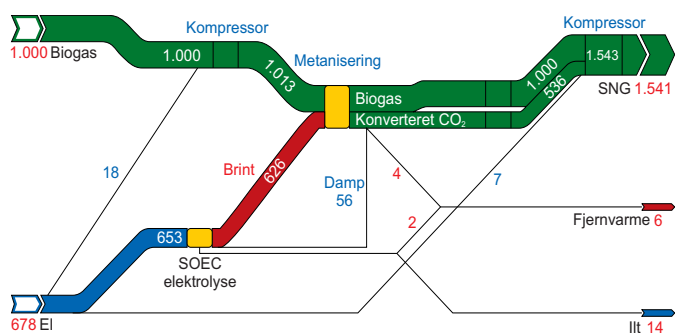
Haldor Topsøe A/S har i samarbejde med DTU Energikonvertering, Ea Energianalyse og Topsoe Fuel Cell gennemført et forstudie for at undersøge de tekniske og samfundsøkonomiske muligheder for at opgradere biogas til naturgaskvalitet ved hjælp af brint fra SOEC elektrolyse.

Resultaterne viser, at indholdet af kuldioxid i biogas kan omdannes med høj effektivitet til metangas ved hjælp af brint, som er fremstillet i et SOEC elektrolyseanlæg. SOEC er i princippet en brændselscelle, hvor man har vendt processen om, så man i stedet for at producere strøm tilfører strøm i kombination med damp. Dampen fremstilles ved udnyttelse af spildvarme fra metaniseringprocessen. Totaleffektiviteten er på 90 procent, og beregninger viser, at et sådant anlæg vil være lønsomt i et scenarie med høj andel af vindenergi.

DTU Energikonvertering har som led i projektet, og som de første i verden, undersøgt effekten af svovl på SOEC celler fra Topsoe Fuel Cell. Degraderingseffekten har vist sig at være relativt beskeden og reversibel.

Haldor Topsøe A/S har udført design og prisfastsættelse af hele konceptet og vist, at el kan omsættes til "ny metangas" med en effektivitet på omkring 80 procent (se nedenstående figur).

Ea energianalyse har gennemført samfundsøkonomiske analyser ved brug af fremskrevne priser for el i et scenarie med gennemsnitlig 50 procent el fra vind. Analyserne viser, at selv et mindre opgraderingsanlæg vil være lønsomt med en intern forrentning på omkring 22 procent, hvis den opgraderede kuldioxid får samme støtte som biogas.



Princippet i opgradering af biogas med brint fra et SOEC elektrolyseanlæg. Tallene viser energistrømmene i systemet.

Titel:	Biogas-SOEC
Kontakt:	Haldor Topsøe A/S, John Bøgild Hansen, ☎ 4527 2459, ✉ jbh@topsoe.dk
Sagsnr.:	ForskNG-10677
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	911.000 kroner

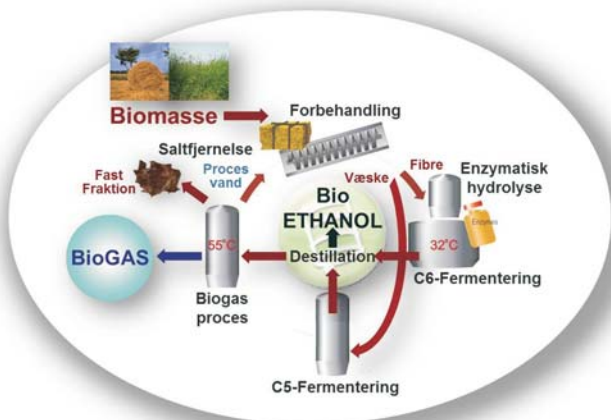
Optimering af BornBiofuel

Forskere fra Aalborg Universitet København har i samarbejde med Biogasol ApS videreudviklet et koncept til fremstilling af bioethanol fra halm og andre restprodukter, hvor produktionsprisen kommer ned på 2 kroner per liter bioethanol.

Der mangler fortsat kommercielle anlæg til fremstilling af bioethanol, som er baseret på affaldsbiomasse i stedet for traditionelle landbrugsafgrøder. De første anlæg er blevet startet som demonstrationsanlæg, men det har endnu ikke været muligt at fremstille brændstoffet til konkurrencedygtige priser.

I samarbejde med firmaet Biogasol ApS har Aalborg Universitet København videreudviklet et koncept til fremstilling af bioethanol fra halm og andre restprodukter til konkurrencedygtige priser. I konceptet, der danner basis for opførelse af demonstrationsanlægget BornBiofuels på Bornholm, indgår forbehandling af biomassen, enzymatisk hydrolyse af cellulosedelen og fermentering af de såkaldte C5 og C6 sukre til ethanol. Restfraktionerne består dels af lignin, der kan anvendes som brændstof og til fremstilling af kemikalier, dels en fraktion, der kan anvendes til produktion af biogas.

I projektet er forbehandling ved vådekspllosion blevet afprøvet på halm og forskellige græsarter som hundegræs, rajgræs, svingel, rajsvingel og lucerne. Ved en forbehandling på 150 °C i 15 minutter og tilsætning af 0,3 procent svovlsyre viste det sig, at ethanoludbyttet fra såvel hundegræs som halm lå på omkring 300 liter per ton tørstof. Heraf stammer cirka en tredjedel fra fermentering af C5 sukker. Sammen med en reduktion i enzympriserne og fordelene ved at kombinere produktionen af bioethanol med biogas er der udsigt til en produktionspris på kun 2,00 kroner per liter bioethanol.



BornBiofuel konceptet.

Titel:	Optimering af BornBiofuels anden generations bioethanolkonceptet
Kontakt:	Aalborg Universitet København, Hinrich Uellendahl, ☎ 9940 2585, ✉ hu@bio.aau.dk
Sagsnr.:	ENS 64009-0010
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	6.814.000 kroner

Vådekspllosion af afgassede gyllefibre giver mere biogas

Biogasudbyttet fra den tungtomsættelige del af husdyrgødning kan mere end fordobles ved at efterbehandle fiberfraktionen og føre den tilbage til reaktoren. Behandlingsomkostningerne er kun på en tiendedel af, hvad det koster at forbehandle rå gylle.

Biogasanlæggene har generelt store problemer med at få økonomien til at hænge sammen, hvis produktionen udelukkende er baseret på gylle. Gennem årene er der blevet afprøvet en række metoder til at øge gasudbyttet per ton rågylle, og på Aalborg Universitet København har vi gennem de seneste tre år udviklet et koncept, der kan forbedre gasudbyttet ved at kombinere recirkulering med højtemperaturbehandling af fiberfraktionen.

Gyllen behandles i første omgang som i andre biogasanlæg, hvor alt letomsættelig biomasse omsættes. Derefter separeres biomassen, og den sværtomsættelige fiberfraktion gennemgår en såkaldt vådekspllosion, inden den føres tilbage til reaktoren. På den måde forlænges opholdstiden, og bakterierne får lettere ved at omsætte fiberfraktionen til gas.

I forskningsprojektet har vi undersøgt effekten af vådekspllosion, hvor biomassen udsættes for høje tryk og temperaturer. Gennem en række laboratorieforsøg blev det konstateret, at biogasudbyttet fra fiberfraktionen kunne mere end fordobles, når fibrene havde gennemgået en vådekspllosion ved 180 °C i 10 minutter. Samtidig bliver fiberdelen lettere at pumpe, og laboratorieforsøg over flere måneder viste ingen tegn på hæmning af gasproduktionen.

Den store fordel ved konceptet er, at mængden af biomasse, som skal varmes op, er langt mindre, end hvis man havde valgt at forbehandle gyllen. Derved reduceres energiforbruget markant, og behandlingsomkostningerne reduceres til en omkring en tiendedel af, hvad det koster at forbehandle rå gylle.

Konceptet skal nu testes på Bornholm, hvor Biogasol ApS vil opføre et demoanlæg i tilknytning til et stort biogasanlæg ejet af Biokraft A/S. Anlægget skal startes op i begyndelsen af 2013, og derefter vil det være muligt at beregne, hvordan konceptet kan forbedre økonomien i gyllebaserede biogasanlæg.

Titel:	Forøgelse af biogasudbyttet af gyllefibre vha. vådekspllosion - demo-skala
Kontakt:	Aalborg Universitet København, Hinrich Uellendahl, ☎ 9940 2585, ✉ hu@bio.aau.dk
Sagsnr.:	ForskEL-10209
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	5.000.000 kroner