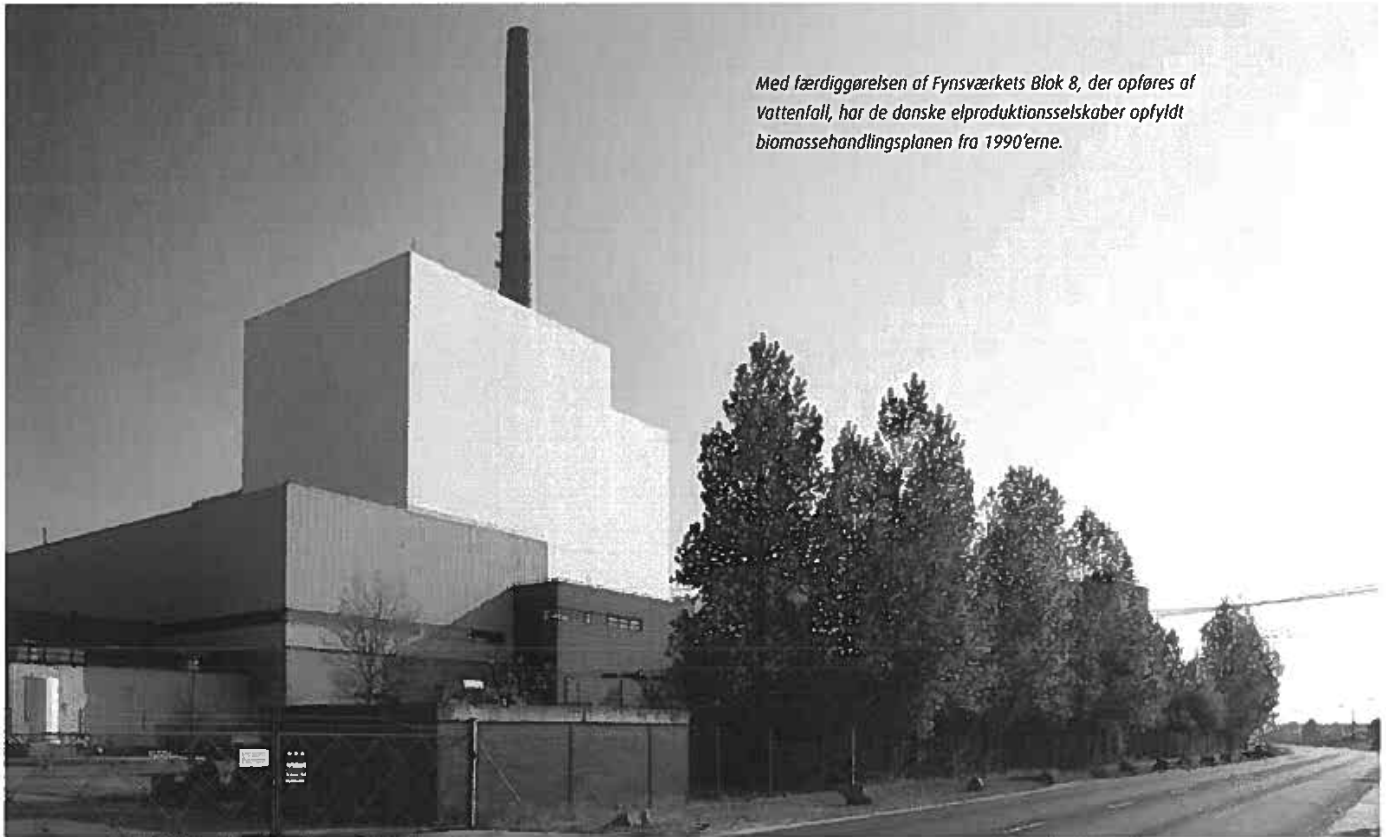


Biomasse



*Med færdiggørelsen af Fynsværkets Blok 8, der opføres af Vattenfall, har de danske elproduktionselskaber opfyldt biomassehandlingsplanen fra 1990'erne.*

Foto: Ole Christensen/Vattenfall

Kraftværksselskabernes bestræbelser på at mindske halmens korrosive bestanddele omfattede på et tidspunkt også forsøg med trykkogning af halmen. Da denne proces medførte et stort spildevandsproblem, gik teknikere fra den del af Elsam, der i dag er integreret i DONG Energy, i gang med forsøg på at nyttiggøre spildevandet, og det førte til udvikling af IBUS-processen, der omtales nærmere på side 59-61, og som nu skal i demonstrationsdrift ved Asnæsværket i Kalundborg.

De mange resultater fra omkring 15 års forskning i biomassehåndtering og -forbrænding er samlet i publikationen Bioenergi til el og varme – erfaringer med biomassefyrede kraftvarmeværker i Danmark, som DONG Energy og Vattenfall har udgivet med støtte fra ForskEL.

Med de forbedrede elproduktionstilskud til anvendelse af biomasse har de danske kraftværksselskaber også fået en kommerciel interesse i at udbygge anvendelsen af biomasse. Det sker som led i de to selskabers arbejde for at nedbringe CO<sub>2</sub>-forure-

ningen fra kraftværksdriften. DONG Energy har en målsætning om i løbet af den næste generation at ændre forholdet mellem fossile brændsler som kul og naturgas og vedvarende energi fra 85/15 til 15/85, således at vedvarende energi fra biomasse, vindkraft, solenergi, bølgekraft og vandkraft m.v. bliver lige så dominerende i selskabets produktionsportefølje, som de fossile brændsler er i dag. Vattenfall har en erklæret målsætning om at gøre sin nordiske elproduktion CO<sub>2</sub>-neutral, bl.a. ved at øge anvendelsen af biomasse.

#### **Termisk forgasning**

På baggrund af de opnåede resultater har ForskEL i de senere år kunnet neddrole sin støtte til forskning i biomasse forbrænding for at frigøre ressourcer til at støtte nyere biomaseteknologier som termisk forgasning og biogas.

Inden for termisk forgasning af biomasse har den offentligt støttede forskning i de seneste år været koncentreret om at fremme kommercialiseringen af tre lovende teknologier gennem opskale-

ring og automatiseret drift. Termisk forgasning af biomasse vurderes at have et stort potentiale bl.a. til decentral kraftvarme, især hvis det kan lykkes at stabilisere de komplicerede forgasningsprocesser, så værkerne i stort omfang kan drives ubemandet.

ForskEL har gennem flere år støttet opskalering af Viking-forgasseren fra DTU Mekanik. Opskaleringen fra forsøgsanlægget på 20 kW hos DTU blev i første omgang til et pilotanlæg på 200 kW hos Weiss, der producerer kedelsystemer og forbrændingsanlæg til biomasse og affald. Efter flere lovende testkørsler med pilotanlægget har ForskEL støttet opskalering til et 500 kW anlæg, der skal drives i en ubemandet, fuldt automatiseret proces. Anlægget installeres hos Hadsund Fjernvarmeværk, hvor ForskVE-programmet yder et tidsbegrænset tillæg til afregningsprisen for anlæggets elproduktion. DTU Mekanik og COWI medvirker også i projektgruppen.

Kommercialiseringen af forgasseren har lovende udsigter, fordi opskaleringen er blevet godt forankret hos Weiss-ledelsen, der vurderer, at der er et lovende marked for denne type anlæg både i Danmark, hvor mange naturgasforsynede kraftvarmeværker skal fornyes i de kommende år, og i Europa, hvor EU-målsætningen om 20 % vedvarende energi ventes at øge efterspørgslen efter biomassefyrede kraftværker.

BioSynergi Proces har fået støtte fra både ForskEL og EFP til at opskalere sit open core-koncept i Castor-anlægget, der desuden har fået støtte fra EU's energiprogrammer. Virksomheden har vist lovende driftsresultater på et 75 kW-anlæg, og ForskEL støtter bestræbelserne på at opskalere processen til et anlæg med en effekt på 300 kW. ForskEL støtter også virksomhedens arbejde med at udvikle forretningsmodeller, da ekstern kommerciel finansiering betragtes som en vigtig forudsætning for succesrig opskalering. Virksomheden ser selv et lovende europæisk marked for sin teknologi, fordi anlægget er velegnet til at levere værdifulde regulerkrafttydelser, fx til energisystemer med megen vindkraft.

Ændrede rammebetingelser har forbedret markedsudsigterne for den lavtemperatur cirkulerende fluid bed-forgasser, som DFBT har udviklet i samarbejde med DTU Mekanik på "Halmfortet". Denne forgasser har vist, at den kan forgasse flere forskellige typer kompliceret biomasseaffald, bl.a. hønsemøg, restfibre fra pektin, kød- og benmel samt afgassede gyllefibre. Ændrede afregningsregler og afskaffelse af hvile-i-sig-selv princippet for affaldsforbrænding har gjort DONG Energy interesseret i at afprøve teknologien, fordi den har et stort potentiale for en effektiv og forbrændingsteknisk ukompliceret tilsatsfyring med affald i kul-

fyrede kraftværker. ForskEL yder støtte til DONG Energys arbejde med at forberede et 4-8 MW demonstrationsanlæg.

ForskEL har også gennem flere år støttet udvikling af den biomasseforsynede Stirling-motor, der nu er slået igennem på det kommercielle europæiske marked. EUDP støtter udvikling og demonstration af et koncept for et ikke-nettilsluttet brændselsfleksibelt container-kraftværk, der kan blive et miljøvenligt alternativ til anlæg med dieselgeneratorer, fx i ulande med lokale biomasseressourcer.

### **Biogas-strategi**

Udbygningen med store biogasanlæg i Danmark har stået i stampe i flere år, fordi det oprindelige anlægskoncept forudsatte, at gylle fra husdyr kunne suppleres med organisk affald fra fødevarereindustrien. For at forbedre biomassepotentialet for udbygning med biogasanlæg har der derfor i de senere år været forsket i forbedring af processtyring og udvikle metoder, der kan bidrage til et øget biogasudbytte i anlæg, der alene anvender husdyrgylle.

Herudover forskes bl.a. i mikroorganismer, der kan øge udnyttelsen af energiindholdet i gylle, og i potentialet i at separere gylle for at opnå højere tørstofindhold i den gylle, der leveres til biogasanlæg. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet-AU har bygget et stort forskningsanlæg til biogas og gylleseparation i Foulum.

Med energiaftalen fra februar 2008 er der skabt forbedrede afregningspriser, og der er politisk store forventninger til potentialet i biogas. I dag anvendes kun 5 % af gyllen i biogasanlæg, og husdyrgylle er den danske biomasse med det relativt største uudnyttede potentiale. Brancheforeningen for Biogas er i gang med at udforme en F&U-strategi, der for EUDP og ForskEL skal identificere de vigtigste forskningsfaglige udfordringer, bl.a. metoder til forbehandling og biokemisk omsætning samt mere effektiv styring og regulering af processer.

Strategien skal bidrage til at udvikle driftsikre anlæg, der kan drives økonomisk alene med gylle som råvare eller evt. med tilsætning af landbrugets egne afgrøder som halm, græs eller lignende. Sideløbende skal der udvikles teknologi, der kan forbedre samspillet mellem biogasproduktion og den øvrige energi- og naturgasinfrastruktur.

Udviklingen af biogasteknologien har i mange år primært været støttet af EFP-programmet, men i de seneste år har ForskEL været den vigtigste sponsor, bl.a. fordi der er et stort potentiale for at integrere biogas i naturgassystemet, som Energinet.dk har ansvaret for.



### Torrefaction of Biomass

ForskEL · 10202

Ansvarlig:	<b>Center for Vedvarende Energi og Transport v/Teknologisk Institut</b>
Kontakt:	Jonas Dahl · <a href="mailto:jonas.dahl@teknologisk.dk">jonas.dahl@teknologisk.dk</a> tlf: 72 20 24 22
Deltagere:	DONG Energy, Skov & Landskab-KU, Afdelingen for biosystemer v/Risø DTU,
PSO:	5.193.000 kr.
Budget i alt:	10.145.000 kr.
Afsluttes:	2. kvartal 2012

Projektet vil undersøge og forstå effekterne og potentialerne ved at bruge en ny teknologi til opgradering af faste biobrændsler og affald, så det mere effektivt kan integreres i det nuværende elsystem. Teknologien er en mild termisk behandling, en såkaldt "torrefaction" med en betydelig kemisk og fysisk effekt på biomasse.



### Demonstration af 500 kWe tottrinsforgasser

ForskEL · 10204

Ansvarlig:	<b>Weiss A/S</b>
Kontakt:	Bjarne Skyum · <a href="mailto:bjs@weiss-as.dk">bjs@weiss-as.dk</a> tlf: 96 52 04 44
Deltagere:	DTU RISØ, Dall Energy, COWI A/S, Hadsund bys Fjernvarmeværk a.m.b.a.
PSO:	10.000.000 kr.
Budget i alt:	Samlet projektsum under forhandling
Afsluttes:	

Formålet med projektet er at demonstrere, at den tottrins-forgasningsproces, der oprindeligt er udviklet hos DTU Mekanik som VIKING-forgasseren og efterfølgende er verificeret i et pilotanlæg hos Weiss A/S, kan opskaleres til 500 kWe og indkøres og drives i en ubemandet, fuldt automatiseret proces på Hadsund Fjernvarmeværk.



### Nettilslutning af 500 kWe tottrinsforgasser

ForskVE · 10204

Ansvarlig:	<b>Weiss A/S</b>
Kontakt:	Bjarne Skyum · <a href="mailto:bjs@weiss-as.dk">bjs@weiss-as.dk</a> tlf: 96 52 04 44
Deltagere:	DTU RISØ, Dall Energy, COWI A/S, Hadsund bys Fjernvarmeværk a.m.b.a.
PSO:	5.000.000 kr.
Budget i alt:	Samlet projektsum under forhandling
Afsluttes:	1. kvartal 2012

Formålet med projektet er at give et tidsbegrænset tillæg til afregningsprisen for elproduktion fra biomasseforgasning, så projektgruppen får mulighed for at demonstrere, at det på sigt vil være muligt at drive forgasningsanlægget kommercielt forsvarligt alene med støtte fra de generelle afregningsregler.



### FiberMaxBiogas

ForskEL · 10209

Ansvarlig:	<b>Center for Bioteknologi and Bioenergi-AAU</b>
Kontakt:	Hinrich Uellendahl · <a href="mailto:hu@bio.aau.dk">hu@bio.aau.dk</a> tlf: 99 40 25 85
Deltagere:	M-tek, Biokraft A/S, BioGasol ApS
PSO:	5.940.000 kr.
Budget i alt:	7.026.000 kr.
Afsluttes:	4. kvartal 2010

Udvikling og demonstration af ny forbehandlingsmetode til at øge udbyttet af biogas ved fermentering af gødningsfibre. Den producerede biogas skal efterfølgende anvendes i et kraftvarmeværk. Forbehandlingsmetoden består af en vådekspllosion under høj temperatur og højt tryk samtidig med tilførsel af oxygen (WEX).



### Biogenic Carbon in Danish Combustible Waste

ForskEL · 10213

Ansvarlig:	<b>DTU Miljø</b>
Kontakt:	Thomas Astrup · <a href="mailto:tha@env.dtu.dk">tha@env.dtu.dk</a> · tlf: 45 25 15 58
Deltagere:	DONG Energy Generation, NERI, I/S Vestforbrænding, I/S Amagerforbrænding, I/S Reno-Nord, AffaldVarme Århus, Force Technology
PSO:	1.944.000 kr.
Budget i alt:	4.294.000 kr.
Afsluttes:	3. kvartal 2011

Mængden af kulstof i uhomogent brændbart affald kan ikke umiddelbart bestemmes i laboratorier på basis af en mindre prøve udtaget fra affaldet. I projektet gennemføres en fuldskala måling af kulstofindholdet i røggassen fra affaldsforbrændingsanlæg. Kulstoffet karakteriseres efterfølgende ved hjælp af kulstof14-metoden.



### Optimisation of a titration method for monitoring of VFA

Ansvarlig: Kontakt: Deltagere: PSO: Budget i alt: Afsluttes:	<b>DTU Miljø</b> Irini Angelidaki · <a href="mailto:ria@env.dtu.dk">ria@env.dtu.dk</a> tlf: 45 25 14 29 Lemvig Biogasanlæg Amba, Hasbøj Biogas Amba 871.000 kr. 1.121.000 kr. 3. kvartal 2010	Koncentrationen af flygtige fedtsyrer (VFA) er en af de hyppigst anvendte parametre til måling og styring af en biogasproces. Projektet vil sammenligne forskellige titreringsmetoder til måling af VFA mht. nøjagtighed, reproducerbarhed og metodetilgang for anvendelighed som rutinemålemetode i fuldskala biogasanlæg.
---	--	---

ForskEL · 10231



### IR tomography in hot gas flows

Ansvarlig: Kontakt: Deltagere: PSO: Budget i alt: Afsluttes:	<b>Program for Plasmafysik og -teknologi v/ Risø DTU</b> Sønnik Clausen · <a href="mailto:sqcl@risoe.dtu.dk">sqcl@risoe.dtu.dk</a> Tlf: 46 77 45 23 395.000 kr. 555.000 kr.	Udvikling af 2D-infrarød spektroskop tomografi system for in situ undersøgelser af flammer og varme røggasser. Der tages udgangspunkt i 2D-rekonstruktion af temperatur og koncentrationsprofiler samt fuldskala forbrændingsdiagnostik ved fyring med både ren biomasse og ved samfyring.
---	---	--

ForskEL · 10246



### Solutions for foaming problems in biogas plants

Ansvarlig: Kontakt: Deltagere: PSO: Budget i alt: Afsluttes:	<b>DTU Miljø</b> Irini Angelidaki · <a href="mailto:ria@env.dtu.dk">ria@env.dtu.dk</a> tlf: 45 25 14 29 Energigruppen Jylland, Biogas A/S 2.000.000 kr. 2.000.000 kr. 4. kvartal 2011	Projektet vil identificere årsager til dannelse af skum i biogasreaktorer ved at se på gødningstyper og deres sammensætning, den mikrobielle sammensætning i biogasanlægget samt operationens betydning. Ud fra dette vil der blive sat strategier op for at forhindre/afvikle skumdannelse.
---	---	--

ForskEL · 10255



### LT-CFB demonstration plant - phase 1

Ansvarlig: Kontakt: Deltagere: PSO: Budget i alt: Afsluttes:	<b>DONG Energy</b> Rasmus Glar Nielsen · <a href="mailto:ragni@dongenergy.dk">ragni@dongenergy.dk</a> tlf: 99 55 24 47 DFBT Aps, Risø DTU 3.200.000 kr. 5.249.000 kr. 1. kvartal 2010	Den bevilgede fase 1 skal tilvejebringe beslutningsgrundlaget for at designe et 4-8 MW demonstrations-forgasningsanlæg baseret på Low Temperature Circulating Fluidised Bed (LT-CFB) med gyllefibre og restprodukter fra biogasproduktion som brændsler. Den producerede gas vil derved substituere fossile brændsler.
---	---	--

ForskEL · 10267



### Biogas potentials in manure and effect of pre-treatment

Ansvarlig: Kontakt: Deltagere: PSO: Budget i alt: Afsluttes:	<b>Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet-AU</b> Henrik B. Møller · <a href="mailto:henrikb.moller@agrsci.dk">henrikb.moller@agrsci.dk</a> tlf: 89 99 19 36 3.014.000 kr. 4.583.000 kr. 4. kvartal 2011	Det ønskes at give en præcis bestemmelse af biogaspotentialt samt det ultimative metanudbytte ud fra en bred række af husdyrgødninger samt hvorledes disse påvirkes af forbehandling. Potentialt bestemmes ved laboratorieforsøg, hvorunder hurtigmetoder til bestemmelse af potentialt også udvikles.
---	--	--

ForskNG · 10294



### IEA Renewable Energy Technologies, Bioenergy Agreement Task 37: Energi fra biogas og lossepladsgas

ENS-63011-0022

Ansvarlig: **Center for Bioenergi-SDU**  
Kontakt: **Theodorita Al Seadi · tas@bio.sdu.dk**  
tlf: 65 50 41 68

Deltagere: -

EUDP: 446.000 kr.  
Budget i alt: 446.000 kr.  
Afsluttes: 4. kvartal 2010

I IEA-Bioenergy Task 37 sættes fokus på biogasproduktion på basis af anvendelige organiske affaldsstrømme, affaldsbehandlingsstrategier, markedsudvikling, produktkvalitet og miljøforbedringer. Ligeledes fokuseres der på anvendelse af afgasset biomasse som organisk gødning i landbruget. Arbejdet i Task 37 kan bl.a. følges på [www.iea-biogas.net](http://www.iea-biogas.net).



### Biomasse- og flydende biobrændselbaseret poly-generation i ikke-nettilsluttet og net-tilsluttet drift

ENS-63011-0081

Ansvarlig: **Stirling Danmark ApS**  
Kontakt: **Jesper Noes · jn@stirling.dk · tlf: 45 25 93 70**

Deltagere: **Barritskov Skov- og Landbrug, DTU Mekanik, FORCE Technology, I/S Amagerforbrænding**

EUDP: 4.990.000 kr.  
Budget i alt: 7.573.000 kr.  
Afsluttes: 1. kvartal 2011

Den unikke Stirling motorteknologi gør det muligt at konvertere lavværdi biomasse til CO<sub>2</sub>-neutral el og varme af høj værdi. I projektet udvikles og demonstreres et koncept for et ikke-nettilsluttet brændselsfleksibelt container-kraftværk, der skal dokumentere teknologiens potentiale som alternativ til dieselgeneratorer til brug under ødrift.



### EUBIONET III: Løsninger rettet mod begrænsninger for biomassemarkedet og mod tilgængeligheden af biomasseråvarer

ENS-63011-0114

Ansvarlig: **Center for Vedvarende Energi og Transport v/Teknologisk Institut**  
Kontakt: **Jørgen Hinge · jorgen.hinge@teknologisk.dk**  
tlf: 72 20 13 24

Deltagere:

EUDP: 314.000 kr.  
Budget i alt: 1.888.000 kr.  
Afsluttes: 3. kvartal 2011

EU-samarbejdsprojektet med 18 deltagende institutioner består af 8 arbejdsplaner. TI leder den arbejdsplan, der skal identificere biomasseråvarer, der ikke udnyttes tilstrækkeligt til energiformål i dag. Målet med den øgede gennemsigtighed er at gøre flere biomasseressourcer tilgængelige for energisektoren.



### Formidling af forskningsresultater inden for bioenergi

ENS-63011-0222

Ansvarlig: **BioPress**  
Kontakt: **Torben Skøtt · biopress@biopress.dk**  
tlf: 86 17 85 07

Deltagere:

EUDP: 600.000 kr.  
Budget i alt: 788.000 kr.  
Afsluttes: 2. kvartal 2010

Projektet gør det muligt at udgive 4 numre af nyhedsmagasinet Forskning i Bioenergi i 4.000 trykte eksemplarer og en elektronisk udgave samt 6 udgaver af et elektronisk nyhedsbrev. Nyhedsmagasinet gennemgår nye forskningsresultater og bringer debatskabende og strategiske artikler. Gratis abonnement via [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)



### Procesverifikation af multibrændsels-ovn

ENS-64009-0005

Ansvarlig: **Dall Energy ApS**  
Kontakt: **Jens Dall Bentzen · jdb@dallenergy.com**  
tlf: 29 87 22 22

Deltagere: **SEM Staalindustri A/S**

EUDP: 2.520.459 kr.  
Budget i alt: 3.765.288 kr.  
Afsluttes: 4. kvartal 2009

Dall Energys nyudviklede og patenterede biomasseforgasnings ovnkoncept til fjernvarmeværker verificeres gennem drift af et pilotanlæg, der samtidig vil forberede demonstration af teknologien, så de positive effekter på værkernes energieffektivitet, miljøbelastning og vedligeholdelsesomkostninger kan dokumenteres.



### Biogas production from energy crops

Ansvarlig: **Afdelingen for Biosystemer v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Jens Ejbye Schmidt · jeej@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 41 95*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 2.000.000 kr. DSF · 2104-04-0002



### Residential Wood Combustion and the interaction between technology, user and environment (WOODUSE)

Ansvarlig: **DMU-AU**  
 Kontakt: *Ole Hertel · oh@dmu.dk · tlf: 46 30 11 48*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 5.000.000 kr. DSF · 2104-05-0010



### Environmentally sustainable utilisation of waste resources for energy production (ENSUWE)

Ansvarlig: **DTU Miljø**  
 Kontakt: *Thomas Astrup · tha@er.dtu.dk · tlf: 45 25 15 58*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 2.500.000 kr. DSF · 2104-05-0019



### HIPWOODS – Health effects related to exposure to indoor particle pollution from wood-burning stoves

Ansvarlig: **Institut for Folkesundhed-AU**  
 Kontakt: *Torben Sigsgaard · ts@mil.au.dk · tlf: 89 42 61 63*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 1.800.000 kr. DSF · 2104-05-0045



### Modelling of bioboilers in 2nd generation cofiring

Ansvarlig: **Dong Energy A/S**  
 Kontakt: *Rudolph Bloom · rblum@dongenergy.dk · tlf: 76 22 00 00*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 11.774.000 kr. ForskEL · 4881



### Materials problems related to large scale firing of biomass

Ansvarlig: **Dong Energy A/S**  
 Kontakt: *Charles Nielsen · chani@dongenergy.dk · tlf: 76 22 24 10*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.098.000 kr. ForskEL · 5293



### Long term deactivation test of HD SCR catalysts by straw co-combustion

Ansvarlig: **Dong Energy A/S**  
 Kontakt: *Charles Nielsen · chani@dongenergy.dk · tlf: 76 22 24 10*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.048.100 kr. ForskEL · 5296



### Pretreatment and recirculation of wood ash

Ansvarlig: **Forskningscentret for skov & landskab v/LIFE-KU**  
 Kontakt: *Simon Skov · simon.skov@stofanet.dk · tlf: 45 76 32 00*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 5.135.000 kr. ForskEL · 5317



### Waste incineration residues

Ansvarlig: **Dong Energy A/S**  
 Kontakt: *Charles Nielsen · chani@dongenergy.dk · tlf: 76 22 24 10*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.247.000 kr. ForskEL · 5784



### Udvikling af materialer til affaldsforbrændingsanlæg

Ansvarlig:	<b>Dong Energy A/S</b>
Kontakt:	Charles Nielsen · chani@dongenergy.dk · tlf: 76 22 24 10
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 6.397.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 5806</span>



### Detailed Investigation of Cl-Corrosion Initiated by Deposits Formed in Biomass-Fired Boilers

Ansvarlig:	<b>DTU Kemiteknik</b>
Kontakt:	Kim Dam-Johansen · kdj@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 40
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.407.200 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 5820</span>



### Indkøring og regulering af tottrins pilotanlæg

Ansvarlig:	<b>Weiss A/S</b>
Kontakt:	Bjarne Skyum · bjs@weiss-as.dk · tlf: 96 52 04 50
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.999.500 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6325</span>



### Partikler i nærbrænderfeltet

Ansvarlig:	<b>Institut for Energiteknik-AAU</b>
Kontakt:	Lasse Rosendahl · lar@iet.aau.dk · tlf: 96 35 92 60
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.919.600 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6364</span>



### Forbedret elvirkningsgrad og slagge kvalitet på affaldsforbrændingsanlæg

Ansvarlig:	<b>CHEC-DTU</b>
Kontakt:	Kim Dam-Johansen · kdj@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 40
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.067.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6368</span>



### Anvendelse af online fedtsyre sensor for at kontrollere og optimere anaerob processen for lav omkostnings biogas fra gyllen

Ansvarlig:	<b>DTU Miljø</b>
Kontakt:	Irini Angelidaki · ria@er.dtu.dk · tlf: 45 25 14 30
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.660.700 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6415</span>



### Fleksibelt 75 kWel stirling-kraftvarmeanlæg til biobrændsler med lave emissioner og høj brændselsudnyttelse

Ansvarlig:	<b>Stirling.dk Aps</b>
Kontakt:	Henrik Carlsen. hc@stirling.dk · tlf: 45 25 41 70
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.189.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6437</span>



### Højtemperaturkorrosionsundersøgelser på AVV2-bio

Ansvarlig:	<b>Dong Energy A/S</b>
Kontakt:	Peter Simonsen · petsi@dongenergy.dk · tlf: 44 80 66 30
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 6.800.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6511</span>



### Optimering af risteforbrænding vha. IR-kamera

Ansvarlig:	<b>Dong Energy A/S</b>
Kontakt:	Helge Didriksen · heldi@dongenergy.dk · tlf: 44 80 64 30
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.000.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6522</span>



**Udvikling og afprøvning af motorkoncept optimeret til motordrift på forgasningsgas**

Ansvarlig: **DTU Mekanik**  
 Kontakt: *Ulrik Henriksen · ubh@mek.dtu.dk · tlf: 45 25 19 69*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.969.000 kr. ForskEL · 6536



**Guideline for safe and eco-friendly Biomass Gasification**

Ansvarlig: **COWI A/S**  
 Kontakt: *Jens Dall Bentzen · jdb@dallenergy.com · tlf: 29 87 22 22*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 426.140 kr. ForskEL · 6861



**Undersøgelse og modellering af dioxindannelses og nedbrydningsmekanismer i forbrændingsanlæg med henblik på en forbedring af restproduktkvaliteten - fase 2 og 3**

Ansvarlig: **RAMBØLL A/S**  
 Kontakt: *Peter Heymann Andersen · peha@ramboll.dk · tlf: 45 98 84 60*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.410.296 kr. ForskEL · 7170



**Oxy-fuel Combustion for below zero CO<sub>2</sub> emissions**

Ansvarlig: **DTU Kemiteknik**  
 Kontakt: *Anker Degn Jensen · aj@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 40*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 1.943.000 kr. ForskEL · 7171



**Forenkling, system- og driftsoptimering af trinopdelt forgasningsanlæg til kraftvarmeproduktion (Castro anlægget i Græsted)**

Ansvarlig: **Biosynergi Proces ApS**  
 Kontakt: *Henrik Houmann Jakobsen · hhj@biosynergi.dk · tlf: 45 86 14 30*  
 Afsluttes: 1. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.000.000 kr. ForskEL · 7191



**Characterisation and quantification of deposits build up and removal in straw suspension fires boilers**

Ansvarlig: **CHEC-DTU**  
 Kontakt: *Peter Arendt Jensen · paj@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 50*  
 Afsluttes: 1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.048.000 kr. ForskEL · 7217



**Alternative alkali resistant deNO<sub>x</sub> technologies**

Ansvarlig: **DTU Kemi**  
 Kontakt: *Rasmus Fehrmann · rf@kemi.dtu.dk · tlf: 45 25 23 90*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.132.300 kr. ForskEL · 7318



**New IR-UV gas sensor to energy and transport sector**

Ansvarlig: **Program for Plasmafysik og -teknologi v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Sønnik Clausen · sqcl@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 45 20*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 287.000 kr. ForskEL · 7319





**Combustion zone investigation and modeling  
in fuel flexible suspension fired boilers**

Ansvarlig: **DONG Energy A/S**  
Kontakt: *Ejvind Larsen · ejvla@dongenergy.dk · tlf: 79 23 31 90*  
Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.000.000 kr. ForskEL · 7333



**On-line driftsoptimering af affaldsfyrede anlæg  
– Fase 3: Reguleringskoncept og demonstration**

Ansvarlig: **DONG Energy A/S**  
Kontakt: *Tommy Mølbak · tommo@dongenergy.dk · tlf: 79 23 30 30*  
Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.528.000 kr. ForskEL · 7336



**Pre-normative research on solid biofuels for improved European standards**

Ansvarlig: **Teknologisk Institut**  
Kontakt: *Lars Nikolaisen · lsn@teknologisk.dk · tlf: 72 20 13 00*  
Afsluttes: 1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 739.000 kr. ForskEL · 7355



**Nanotechnology based Surface Treatment for Corrosion Protect  
and Deposit Control of Power Plant Equipment**

Ansvarlig: **Vattenfall**  
Kontakt: *Tommy Vilhelmsen · tommy.vilhelmsen@vattenfall.com · tlf: 65 68 44 20*  
Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.057.000 kr. ForskEL · 7467



**LT-CFB forgasser, videreudvikling og kommercialisering**

Ansvarlig: **CatScience DFBT**  
Kontakt: *Peder Stoholm · Peder.Stoholm@CATScience.dk · tlf: 46 74 02 30*  
Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.000.000 kr. ForskEL · 7504



**Fuldskala demonstration af trinopdelt forgasningsanlæg**

Ansvarlig: **BioSynergi Proces ApS**  
Kontakt: *Henrik Houmann Jakobsen · hhj@biosynergi.dk · tlf: 45 86 14 30*  
Afsluttes: 1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.000.000 kr. ForskEL · 10025



**Tar removal from low-temperature gasifiers**

Ansvarlig: **COWI A/S**  
Kontakt: *Jens Dall Bentzen · jdb@dallenergy.com · tlf: 29 87 22 22*  
Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.068.000 kr. ForskEL · 10036



**Chemical Loop Reforming of Generator Gas**

Ansvarlig: **CHEC-DTU**  
Kontakt: *Peter Glarborg · pgl@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 00*  
Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.502.000 kr. ForskEL · 10043



**Energy production from marine biomass (Ulva lactuca)**

Ansvarlig: **Teknologisk Institut**  
Kontakt: *Peter Daugbjerg Jensen · peter.daugbjerg.jensen@teknologisk.dk · tlf: 72 20 10 00*  
Afsluttes: 4. kvartal 2011 · PSO-tilskud: 8.500.000 kr. ForskEL · 10050



### Advanced diagnostics on Oxy-fuel combustion processes

Ansvarlig: **CHEC-DTU**  
 Kontakt: *Anker Degn Jensen · aj@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 40*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 1.784.000 kr. ForskEL · 10069



### Treatment of Lignin and waste residues by flash pyrolysis

Ansvarlig: **CHEC-DTU**  
 Kontakt: *Peter Arendt Jensen · paj@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 50*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2011 · PSO-tilskud: 2.433.000 kr. ForskEL · 10077



### Real time control of biogas reactors

Ansvarlig: **Teknologisk Institut**  
 Kontakt: *Ejner Paaske Jensen · ejner.paaske@teknologisk.dk · tlf: 72 20 19 40*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 2.875.000 kr. ForskEL · 10078



### Fast optical measurements and imaging of flow mixing

Ansvarlig: **Program for Plasmafysik og -teknologi v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Sønnik Clausen · sqcl@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 45 20*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 347.000 kr. ForskEL · 10079



### Co-Firing of Coal and RDF in Suspension

Ansvarlig: **CHEC-DTU**  
 Kontakt: *Flemming J. Frandsen · ff@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 80*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.033.000 kr. ForskEL · 10085



### Working up phosphate from ashes

Ansvarlig: **Kommunekemi a/s**  
 Kontakt: *Tina Johnsen · tin@kommunekemi.dk · tlf: 63 31 71 60*  
 Afsluttes: 1. kvartal 2011 · PSO-tilskud: 2.700.000 kr. ForskEL · 10111



### Fuldskala demonstration af seriedrift på gyllebaseret biogafællesanlæg

Ansvarlig: **Lemvig Biogasanlæg Amba**  
 Kontakt: *Lars Kristensen · lars@lemvigbiogas.dk · tlf: 97 81 14 00*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 657.422 kr. ForskEL · 10115



### Biogas til nettet

Ansvarlig: **Dansk Gasteknisk Center a/s**  
 Kontakt: *Per Jensen · pej@midtnord.dk · tlf: 87 27 87 27*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.609.000 kr. ForskEL · 10124



### BioTrans

Ansvarlig: **Frederikshavn Vand**  
 Kontakt: *René Hansen · rh@frederikshavn.dk · tlf: 98 45 60 00*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 4.119.000 kr. ForskEL · 10128



### Trinopdelt forgasning. Erfaringsindhenting og optimering

Ansvarlig:	<b>BioSynergi Proces ApS</b>
Kontakt:	Henrik Houmann Jakobsen · hhj@biosynergi.dk · tlf: 45 86 14 30
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.400.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 10131</span>



### Selective hydrolysis of sludge, phase 2

Ansvarlig:	<b>Eurotec Hydrolyse ApS</b>
Kontakt:	Niels Østergaard · noe@eurotec.dk · tlf: 86 72 14 22
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 6.202.300 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 10164</span>



### Præcisionsstyring af biogasprocessen

Ansvarlig:	<b>Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet-AU</b>
Kontakt:	Henrik B. Møller · HenrikB.Moller@agrsci.dk · tlf: 89 99 19 00
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 1.891.000 kr. <span style="float: right;">ENS-33031-0028</span>



### Årsager til proces-ustabilitet i biogasanlæg og strategier for forebyggelse og genoprettelse af processen

Ansvarlig:	<b>DTU Miljø</b>
Kontakt:	Irini Angelidaki · ria@er.dtu.dk · tlf: 45 25 14 29
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 1.878.000 kr. <span style="float: right;">ENS-33031-0029</span>



### Træpiller og arbejdsmiljø

Ansvarlig:	<b>Center for Skov, Landskab og Planlægning v/LIFE-KU</b>
Kontakt:	Simon Skov · ssk@life.ku.dk · tlf: 86 13 81 64
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 797.000 kr. <span style="float: right;">ENS-33032-0008</span>



### IEA bioenergy agreement task 33: Thermal Gasification of Biomass. Dansk repræsentation i perioden 2006 og 2007

Ansvarlig:	<b>FORCE Technology</b>
Kontakt:	Anders Evald · aev@force.dk · tlf: 72 15 77 50
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 160.000 kr. <span style="float: right;">ENS-33032-0109</span>

### Formidling af forskningsresultater inden for bioenergi i 2006-2008

Ansvarlig:	<b>BioPress</b>
Kontakt:	Torben Skøtt · biopress@biopress.dk · tlf: 86 17 34 07
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 1.425.000 kr. <span style="float: right;">ENS 33032 0121/ENS-33033-0016</span>

### Deltagelse i IEA Task 42 Biorefineries: Co-production of Fuels, Chemicals, (CH) Power and Materials from Biomass 2007-2009

Ansvarlig:	<b>Center for Skov, Landskab og Planlægning v/LIFE-KU</b>
Kontakt:	Henning Jørgensen · hnj@life.ku.dk · tlf: 35 33 15 01
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 300.000 kr. <span style="float: right;">ENS-33033-0015</span>



**Udvikling med henblik på efterfølgende demonstration af kraftvarmeproduktion på træpiller i trinopdelt open core forgasningsanlæg under EU-Concerto 2 byudviklingsprojekt**

Ansvarlig: **BioSynergi Proces ApS**  
 Kontakt: **Henrik Houmann Jakobsen · hhj@biosynergi.dk · tlf: 45 86 14 30**  
 Afsluttes: **3. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 1.622.000 kr.** ENS-33033-0087



**Optimering af biomassefyrede varmekæder ved opfugtning af forbrændingsluft - måleprogram**

Ansvarlig: **COWI A/S**  
 Kontakt: **Jens Dall Bentzen · jdb@dallenergy.dk · tlf: 29 87 22 22 · Nakskov Fjernvarme**  
 Afsluttes: **1. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 400.000 kr.** ENS-33033 0089



© 2009 GreenWorld



**Effektive og ikke-forvridende biobrændstof politikker**

Ansvarlig: **COWI A/S. Miljøøkonomi og velfærd**  
 Kontakt: **Henrik Duer · hdu@cowi.dk · tlf: 45 97 22 11**  
 Afsluttes: **1. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 340.000 kr.** ENS-33033-0161



**Videregående forståelse af pelletering**

Ansvarlig: **Afdelingen for Biosystemer v/Risø DTU**  
 Kontakt: **Ulrik Henriksen · ubh@mek.dtu.dk · tlf: 46 77 41 72**  
 Afsluttes: **1. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 3.181.000 kr.** ENS-33033-0227



**IEA Bioenergy Agreement Task 32: Biomass Combustion and Co-firing. Dansk repræsentation i perioden 2008-2009**

Ansvarlig: **FORCE Technology**  
 Kontakt: **Anders Evald · aev@force.dk · tlf: 72 15 77 00**  
 Afsluttes: **4. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 309.000 kr.** ENS-33033 0231



### High Temperature Slagging Gasifier for Waste, Phase 1

ForskEL · 4781

Ansvarlig:	<b>TK Energi A/S · Thomas Koch · tlf: 46 19 15 50</b>	
Tilskud:	4.408.000 kr.	Afsluttet 3. kvartal 2008
Resultat:	Projektet har haft til formål at evaluere et koncept for et forgasningsanlæg til affald samt projektere udvalgte komponenter til et pilotanlæg. Der blev konstrueret et vandretliggende anlæg, hvor brændsel og ilt bliver blæst ind i den ene ende, mens forgasningsgas og slagge kommer ud af den anden ende. Analyser af slaggen viste, at risikoen for udvaskning af tungmetaller er mindre end for slagge fra danske affaldsforbrændingsanlæg, og at slaggen overholder kravene til anvendelse som byggemateriale. Med henblik på bygning af den næste forgasser er der lavet et designstudie af en række relevante komponenter.	



### Work environment and wood chips

ForskEL · 4785

Ansvarlig:	<b>Forskningscentret for skov &amp; landskab v/LIFE-KU · Simon Skov · tlf: 45 76 32 00</b>	
Tilskud:	2.006.000 kr.	Afsluttet 2. kvartal 2008
Resultat:	Koncentration, rumlig fordeling og sundhedsmæssige effekter af skimmelsvampesporer, støv og endotoxin er blevet undersøgt på danske flisfyrede kraftvarmeværker. Der er fundet høje koncentrationer af skimmelsvampesporer i flislagre, lavere koncentrationer i kedelhaller, og i kontorområder er koncentrationen den samme som udendørs. Endotoxin og støv er kun fundet i mindre koncentrationer. Det er vist, at arbejdere på flisværker har tendens til hyppigere forekomst af astma-symptomer end arbejdere på konventionelle værker. Afvekslende arbejde forventes at modvirke flisarbejders risiko for mere alvorlige sundhedproblemer.	



### Opgradering og fortsat demonstrationsdrift af trinopdelt forgasningsanlæg (Castor anlægget i Græsted)

ForskEL · 5729

Ansvarlig:	<b>BioSynergi Proces ApS · Henrik Houmann Jakobsen · tlf: 45 86 14 30</b>	
Tilskud:	3.110.000 kr.	Afsluttet 2. kvartal 2008
Resultat:	Projekt har drejet sig om videreudvikling af Open Core forgasningsanlægget, hvor der især har været fokus på at reducere de daglige pasningsopgaver samt sikre en stabil og ubemandet drift af anlægget. Derudover har der været en særlig delopgave, som har bestået i at få øget indsigt og opnå praktiske erfaringer med optimering af motordriften. Ved projektets start havde anlægget kun været i stand til at levere el til nettet i cirka 200 timer, men ved projektets afslutning var man nået op på 2.500 timers motordrift på forgasningsgas.	



### Røntgenanalyse af CO<sub>2</sub>-neutrale brændsler

ForskEL · 5773

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut/Industri og Energi · Ken Friis Hansen · tlf: 72 20 13 30</b>	
Tilskud:	617.000 kr.	Afsluttet 2. kvartal 2008
Resultat:	Røntgenanalysen er en betinget brugbar metode til karakterisering af biomasse og aske fra biomasse. Mest iøjnefaldende er en konsekvent stor afvigelse ved analyseværdierne for grundstoffet silicium. Her observeres en signifikant forskel til referencemetodens (ICP-OES) resultater. Årsagen hertil er ikke afklaret, men bør undersøges nærmere. Ved de lette grundstoffer (atomnr. Z≥11) er detektionsgrænsen relativ høj, så her øges usikkerheden. Ellers ses en god overensstemmelse mellem referencemetoden og røntgenmetoderne EDXRF og WDXRF.	



### Do storage conditions of biofuels affect respiratory problem

ForskEL · 5786

Ansvarlig:	<b>Arbejdsmiljø Institut · Anne Mette Madsen · tlf: 39 16 52 40</b>	
Tilskud:	799.100 kr.	Afsluttet 2. kvartal 2008
Resultat:	Projektet er en opfølgning af fire tidligere projekter vedrørende biobrændsel og arbejdsmiljø og behandler områderne: 1. Metodeudvikling til opsamling af luftbåret støv for undersøgelse af eventuelle helbredseffekter af biobrændselsstøv. 2. Helbredseffekter af biobrændselsstøv. 3. Lagring af biobrændsel og støvning fra biobrændsel med skimmelsvampe, endotoxin, mikroorganismer og partikler. 4. Eksponering for bakterieceller og svampepartikler. 5. Fuldblodsassay til bestemmelse af inflammation forårsaget af biobrændselsstøv. 6. Karakterisering af støv indsamlet på halmager og fyrrum.	



### Nyttiggørelse af askefraktioner fra alternative biobrændsler anvendt i kraftværker

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut/Industri og Energi</b> · Frank Elefsen · tlf: 72 20 12 50	Afsluttet 2. kvartal 2008
Tilskud:	1.464.300 kr.	
Resultat:	I projektet er asken efter 8 forskellige agroindustrielle biomasser analyseret. Askerne er undersøgt ved fysisk-kemiske analyser samt ved udvaskningsanalyser. Formålet har været at undersøge og vurdere askernes egnethed som direkte gødningsmiddel i landbruget eller som grundlag for oparbejdning af askernes næringsstoffer til handelsgødning. Resultaterne viser, at selv om indholdet af næringsstoffer varierer meget i de forskellige asketyper, er de alle potentielt anvendelige som gødningsprodukter i landbruget, baseret på deres næringsstofindhold.	

ForskEL · 6356



### Korrosionsmålinger på AMV2/AVV2 ved biostøvfyring

Ansvarlig:	<b>DONG Energy A/S</b> · Søren Aakjær Jensen · tlf: 44 80 64 70	Afsluttet 2. kvartal 2008
Tilskud:	1.800.000 kr.	
Resultat:	Biomassestøvfyring udgør en betragtelig risiko pga. korrosion af kedelvægge og overhedere. Korrosionsprober blev eksponeret i blok 2 på hhv. AMV og AVV, imens biomasse blev indfyret enten alene eller sammen med olie og gas. Forskellige materialer blev eksponeret. Duplex korrosionslag eller kromoxid blev dannet afhængig af materialets Cr-indhold og brændselsmiks. Hovedparten af emner indikerede en parabolisk korrosionsrate. Samfyring af biomasse og olie og gas reducerede korrosionsraten. Eksponering ved højere temperaturer viste større tendens til interaktion mellem korrosionslag og aske, og Cr blev udløst.	

ForskEL · 6520



### F&U program for biomasseforbrænding med erfaringsopsamling fra biomasseværker

Ansvarlig:	<b>DONG Energy A/S</b> · Bo Sander · tlf: 79 23 33 25	Afsluttet 4. kvartal 2008
Tilskud:	1.920.842 kr.	
Resultat:	Projektets formål har været at bidrage til en fortsat teknisk udvikling inden for biomassefyrede kraftvarmeværker og at formidle resultaterne fra det danske biomasseudviklingsprogram nationalt og internationalt. Projektets væsentligste resultater omfatter et anlægskatalog med anlægsdata for biomasseværker, benchmarkingrapporter, redegørelse for hovedlinjerne i 50 biomasseprojekter samt en 73 siders publikation på dansk og engelsk om den danske udbygning af biomassebaseret kraftvarme.	

ForskEL · 6523



### Samfyring af biomasse med naturgas og NOx-dannelse ved biostøvfyring

Ansvarlig:	<b>DONG Energy A/S</b> · Peter Simonsen · tlf: 44 80 66 30	Afsluttet 3. kvartal 2008
Tilskud:	4.500.000 kr.	
Resultat:	NO emissionen kan reduceres ved 2-trinsforbrænding i en 20 kW brænder ved fyring af træ, halm og naturgas. I en fuldskalakedel fås den højeste NO ved oliefyring, og emissionen er uafhængig af træandelen. NO kan minimeres ved kontrol af luft og træpulverindblæsningen. Ved stor opvarmningshastighed af træ fås en stor andel af flygtige bestanddele og et restkoksudbytte på kun ca. 2-7 %. For AVV2 fandtes en udbrændingsgrad af træ > 99,8 % ved O <sub>2</sub> niveau så lavt som 1,5 %. Ved samfyring af træ + olie eller træ + naturgas forekommer det meste alkalimetall som sulfat i belægningerne, og K-indholdet var ca. 11-15 %.	

ForskEL · 6526



### Deaktivering af SCR katalysatorer af additiver

Ansvarlig:	<b>DTU Kemiteknik</b> · Anker Degn Jensen · tlf: 45 25 55 40	Afsluttet 2. kvartal 2008
Tilskud:	2.734.000 kr.	
Resultat:	Projektet har haft til formål at udvikle additiver, der minimerer korrosion under forbrænding af biomasse. For at bestemme påvirkningen af additiver på SCR katalysatorer, er der lavet test med potentielle additiver både i laboratoriet og på et pilotanlæg. Resultaterne af projektet har bidraget til øget viden om deaktivering af SCR katalysatorer med K, P og Ca. Det kan anvendes generelt til at forstå og forudsige deaktivering af katalysatorer ved biomasse- og affaldsforbrænding.	

ForskEL · 6533



### Katalytisk deNO<sub>x</sub> i biomassefyrede anlæg

ForskEL · 6535

Ansvarlig:	<b>DTU Kemi</b> · Rasmus Fehrmann · tlf: 45 25 55 40	Afsluttet 2. kvartal 2008
Tilskud:	2.000.000 kr.	
Resultat:	Formålet med projektet har været at undersøge nye deNO <sub>x</sub> katalysatorer med forbedret alkaliresistens i forbindelse med røggas fra biomassefyrede anlæg. Tre typer af katalysatorer ser så lovende ud med hensyn til alkaliresistens, at videre forskning og industriel test af prototyper bør fortsættes. Der er især undersøgt tre forskellige katalysatorer: 1. Metaloxid sulfaterede zirkonium katalysatorer. 2. Sepiolit baserede metaloxid zirkonium katalysatorer 3. Nanopartikel katalysatorer. For to af typerne er der ansøgt om patentrettigheder, og der arbejdes fremover sammen med Haldor Topsøe om udvikling af prototyper.	



### GreenFuelCell - Integreret forgasnings-brændselscelleanlæg (SOFC)

ENS-33030 0007/  
ENS-33030 0113/  
ENS-33031-0093

Ansvarlig:	<b>TK Energi A/S</b> · Thomas Koch · tlf: 46 18 90 00	Afsluttet 3. kvartal 2008
Tilskud:	2.729.000 kr.	
Resultat:	Projektet har medfinansieret danske deltagelse i et europæisk samarbejde under 6. rammeprogram om at teste, om gas fra termisk forgasning af biomasse kan renses til et niveau, hvor den kan anvendes som brændsel i en SOFC-brændselscelle. TK Energis forgasningskoncept blev eftervist i en semi-varm udgave i en reaktor af varmebestandigt stål, men i den afsluttende test opstod problemer med pyrolysen. DTU Mekanik og Risø DTU opnåede spændende nye data om tjæredannelse og -fjernelse under trinopdelt forgasning. Der blev desuden identificeret nye grænser for SOFC-følsomhed over for typiske forureninger i forgasningsgas.	



### IEA bioenergy agreement task 32: Biomass combustion and co-firing. Dansk repræsentation i perioden 2006 og 2007

ENS-33032-0027

Ansvarlig:	<b>FORCE Technology</b> · Anders Ewald · aev@force.dk · tlf: 72 15 77 50	Afsluttet 3. kvartal 2008
Tilskud:	299.000 kr.	
Resultat:	Projektet har finansieret dansk deltagelse i IEA's task 32 om anvendelse af biomasse til energi i forbrændingsprocesser og under samfyring. I den forløbne periode har arbejdsgruppen revideret håndbogen om biomasse-forbrænding og samfyring fra 2003. Den opdaterede udgave udkom i december 2007 på engelsk og på kinesisk i 2008. Ca. 80 sider om de relevante miljøforhold er revideret af den danske deltager. Arbejdsgruppen mødes til erfaringsudveksling hvert halve år, og informationerne herfra formidles via et åbent netværk. Task 32's aktiviteter kan følges på <a href="http://www.ieabcc.nl">www.ieabcc.nl</a> .	



### Forbedret proces kontrol gennem on-line analyser af biobrændselspiller

ENS-33033-0118

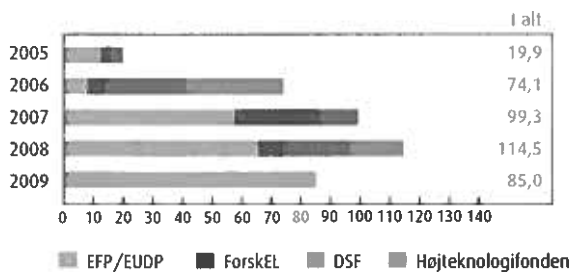
Ansvarlig:	<b>Center for Skov, Landskab og Planlægning v/LIFE-KU</b> · Peter Daugbjerg · tlf: 72 20 13 40	Afsluttet 1. kvartal 2009
Tilskud:	1.500.000 kr.	
Resultat:	I projektet er produktionen af brændselspiller undersøgt på Statoils træpillefabrik i Sæffle (Sverige) og på halmproduktionslinien på Køge Biopillefabrik. Vibrationer fra procesudstyret kan måles vha. et accelerometer og omdannes til information vha. multivariat modellering. På grundlag af resultaterne vurderes det, at det skulle det være muligt at udvikle en metodik til klassificering af gode og dårlige piller, specielt med hensyn til mekanisk styrke og andel af smuld. Metoden har dog større potentiale og bør gennemgå yderligere langtidstest og udviklingsarbejde før implementering i kommercielle anlæg.	



### Undersøgelse af løsninger for kraftvarmeanlægget i Gjøl

ENS-33040-0006

Ansvarlig:	<b>1st Mile</b> · Søren Houmøller · soren@1stmile.dk · 40 44 67 14	Afsluttet 1. kvartal 2008
Tilskud:	200.000 kr.	
Resultat:	Projektets formål var at analysere mulige løsninger for det ufærdige Gjøl Private kraftvarmeværk, baseret på en forgasser fra TK Energi. Anlægget er undersøgt på stedet og drøftet med TK Energi. Der er opstillet en model til beregning af økonomien ved forskellige scenarier for værket. Under de givne forudsætninger er konklusionen, at en konvertering til ren flisfyret varmeproduktion vil reducere varmeprisen, og anlægget vil sandsynligvis kunne sættes i drift inden fyringssæsonen 2008-2009. Selv ved fuldt tilskud til færdiggørelsen af kraftvarmeanlægget vil kraftvarme baseret på forgasseren være dyrere og mere usikker.	



## Semi-industriell demonstration af bæredygtige biobrændstoffer

Gennem adskillige år er der i to forskellige forskningsmiljøer arbejdet på at udvikle og optimere processer, der kan omdanne lignocelluloseholdige biomasse-restprodukter til 2. generations bioethanol.

Med EUDP's bevillinger fra de 200 mio. kr., der har været øremærket til 2. generations biobrændstoffer, er der nu banet vej for, at begge disse processer kan demonstreres under semi-industrielle betingelser, hhv. ved Asnæsværket i Kalundborg (Inbicon med IBUS-processen) og på Bornholm (BioGasol med MaxiFuel-processen).

Dermed er der lagt op til, at dansk udviklede teknologier gradvis kan levere de bæredygtige biobrændstoffer, som Danmark i EU-sammenhæng har forpligtet sig til at anvende i transportsektoren som led i målet om, at Danmark skal have 30 % vedvarende energi i 2020.

De resterende midler fra den øremærkede pulje er gået til mere forskningsprægede projekter, der skal bidrage til en yderligere procesoptimering, før de to teknologispør endeligt opskaleres til fuldskala produktion og på det grundlag markedsføres globalt. Terranol har fået støtte til at modificere gærstammer, der kan omdanne pentosesukre (C5-sukker) og derfor har potentiale for at kunne øge bioethanol-udbyttet, fx i Inbicons IBUS-proces markant, mens Aalborg Universitets Center for Bioteknologi og Bioenergi forventes at få støtte til at optimere centrale processer i MaxiFuel-processen.

### IBUS-processen

Den ene proces udvikles i en gruppe, der ledes af DONG-datterselskabet Inbicon. Denne gruppe vil integrere omdannelsen af de lignocelluloseholdige restprodukter i et termisk kraftværk for at kunne optimere den samlede driftsøkonomi. Udviklingen af denne IBUS-proces er foregået først ved Fynsværket og efterfølgende ved Skærbækværket med finansiel støtte fra EU.

I denne proces udsættes biomassen for termokemisk forbehandling og enzymatisk hydrolyse, der frigør cellulose og lignocellulose C6-sukker til fermentering. I første omgang vil den C5-sukkerholdige del af biomassen blive solgt som dyrefoder, mens restprodukter som lignin kan anvendes som CO<sub>2</sub>-neutralt brændsel på et kraftvarmeværk. Hvis Terranols modificering af gærstammer lykkes, vil anlægget i Kalundborg også kunne fermentere C5-sukkeret og derigennem øge bioethanol-udbyttet med 25-40 %.

Demonstrationsanlægget i Kalundborg vil blive sat i drift i løbet af efteråret 2009, så det kan fungere som showcase for dansk udviklet teknologi for bæredygtige biobrændstoffer i forbindelse med COP 15 i december. Det får en kapacitet på 4 ton halm/time, svarende til produktion af ca. 5 mio. liter bioethanol om året.

### MaxiFuel-processen

Den anden gruppe, der ledes af BioGasol, udvikler en brændselsfleksibel proces, der kan udnytte forskellige lokale typer biomasse i et modulært opbygget "stand-alone-anlæg", baseret på MaxiFuel-processen fra DTU Biosys, hvis forskning siden slutningen af 1990'erne har været støttet af EFP. MaxiFuel-processen er designet til at producere en forholdsvis større mængde bioethanol, fordi den både kan fermentere C6-sukkeret ved 37 °C med tilsætning af enzymer og gær, mens C5-sukkeret fermenteres ved 70 °C med en optimeret mikroorganisme.

MaxiFuel-processen ventes at kunne omdanne ca. halvdelen af biomassen til bioethanol, ca. 12 % udnyttes som CO<sub>2</sub>-neutralt brændsel, mens ca. 5 % omsættes til biogas. Demonstrationsanlægget på Bornholm skal producere sin egen procesenergi, så det bliver selvforsynende med energi.

BioGasols demonstrationsanlæg ventes i drift i 2011 og får nogenlunde samme produktionskapacitet som Inbicons anlæg i Kalundborg.



### Benchmarking i platform

I et platform-projekt, som Højteknologifonden har støttet med 22 mio. kr., benchmarkes de to processer i et forsøg på at udnytte et evt. synergipotentiale. Der er i dette projekt, der ventes afsluttet ved udgangen af 2009, opnået en række procesoptimeringer – lige fra forbehandlingsmetoder til den afsluttende destillation.

*Inbicons IBUS-proces, der demonstreres ved Asnæsværket i Kalundborg, indgår sammen med BioGasols MaxiFuel på Bornholm i en benchmarking, der gennemføres i et platformprojekt under Højteknologifonden. Kalundborg-anlægget vil være i drift inden COP15 i december 2009.*



Foto: Inbicon

Platformen omfatter foruden DONG Energy/Inbicon og BioGasol også repræsentanter for de universiteter, der er engageret i den relevante forskning, Novozymes som enzymleverandør samt Topsoe Fuel Cell og StatoilHydro, der deltager for at kortlægge evt. synergieffekter i samspillet mellem 2. generations biobrændstoffer og brændselsceller hhv. kraftværker. Dermed er platformen blevet et vigtigt forum for udveksling af erfaringer mellem aktører, der i andre sammenhæng konkurrerer om de offentlige forskningsmidler til dette indsatsområde.

### Fleksibelt produktionsanlæg

ForskEL-programmets første store konsortie-projekt REnescience, der gennemføres på et termisk forgasningsanlæg med Amagerforbrænding som vært og af en projektgruppe under ledelse af DONG Energy, udvikler et fleksibelt koncept for en integreret produktion af el, varme og transportbrændstof, baseret på affaldsprodukter.

Det oprindelige sigte var, at det primære affaldsprodukt skulle være halm, men projektets indledende forsøg med forflydning af

husholdningsaffald har været så positive, at det formentlig bliver denne type affald, der kommer til at dominere. Driftsøkonomisk har det den fordel for operatøren, at denne modtager penge for at behandle affaldet i stedet for at skulle betale landmændene for levering af halm.

Under projektet vil Haldor Topsøe A/S benytte en delstrøm fra en eksisterende forgasser på et andet anlæg til at demonstrere effektiviteten af syntesegas-konvertering til flydende brændstof.

Målet med projektet er at skabe en fleksibilitet, der kan gøre det lettere for Energinet.dk at regulere elsystemet ved stigende mængder fluktuerende elproduktion fra vindmøller og solceller. Når elproduktionen fra VE-anlæggene er høj, skal REnescience-anlægget overvejende producere transportbrændstoffer, mens der kan skrues op for anlæggets elproduktion, når vindmøllerne ikke producerer så meget. Der er opbygget fremvisningsfaciliteter for anlægskonceptet til brug for besøgende op til og under COP15.

### **Biodiesel**

IBUS- og MaxiFuel-processerne producerer bioethanol til anvendelse i benzinmotorer. Derfor er der behov for også at udvikle bæredygtige biobrændstoffer til dieselmotorer, der får en stadig større udbredelse i Europa.

Højteknologifonden støtter i den sammenhæng en procesoptimering af SCF Technologies dansk udviklede Catliq-proces. Processen fremstiller bio-olie af slam fra rensningsanlæg og lignende bio-affald ved højt tryk og temperaturer og har derfor et stort procesenergiforbrug. Gennem syntese af nye nano-strukturerede katalysatorer og øget energieffektivitet vil projektet håndtere de hidtidige driftsøkonomiske flaskehalse.

I projektet er biodiesel fra SCF Technologies' pilotanlæg blevet testet for motordrift med godt resultat. Ved projektets afslutning ved udgangen af 2009 sættes på, at processen er klar til opskalering til demonstrationsdrift.

Hos Emmelev på Fyn bliver der p.t. produceret biodiesel fra raps ved reaktion med methanol katalyseret af stærke syrer og baser. I et projekt under Højteknologifonden tester Novozymes i samarbejde med Emmelev, om anvendelse af enzymer kan gøre det muligt at benytte fedt og olier af dårligere kvalitet som råvare i produktionen af biodiesel, samtidig med at metanol, der typisk produceres på naturgas, erstattes med bioethanol, så produktionen kan blive CO<sub>2</sub>-neutral. DTU deltager i projektet for at analysere CO<sub>2</sub>-reduktionspotentialet og den miljømæssige bæredygtighed generelt.

### **Mere langsigtet forskning**

Det Strategiske Forskningsråds programkomite for bæredygtig energi og miljø har støttet flere projekter med et mere langsigtet perspektiv – populært betegnet 3. generations biobrændstof-teknologier. Blandt projekterne er Bio.REF på DTU Miljø, der udvikler en affaldsfri proces, der kan producere biodiesel, bioethanol, biobrint og biogas baseret på olieholdige afgrøder og affaldsprodukter fra landbruget.

Denne mere langsigtede forskning fortsættes i et femårigt center for bæredygtig udnyttelse af biomasse. Bio4Bio, som centret kaldes, har deltagelse af de vigtigste aktører inden for forskning og udvikling af bæredygtige biobrændstoffer samt innovationsnetværket Center for Bioenergi og Miljøteknologisk Innovation og ledes fra LIFE-KU.

Centret skal både forske i den grundlæggende forståelse af bl.a. sammenhængen mellem opbygning af forskellige typer biomas-

se og de proteiner og procestrin, der kan omdanne biomasse til flydende brændstof. Et vigtigt strategisk mål er identificere de biomasse-typer, der har det største potentiale for at kunne anvendes til både foder og biobrændstoffer.

### **Partnerskab for biobrændstoffer**

De vigtigste aktører inden for den danske teknologiudvikling af bæredygtige biobrændstoffer har siden slutningen af 2006 samarbejdet i et Partnerskab for Biobrændstoffer. Partnerskabet, hvis aktiviteter medfinansieres af EUDP, omfatter både DONG Energy og BioGasol samt de to danske enzymlieferandører Novozymes og Danisco, der tilsammen har en dominerende position på det globale marked for enzymer til bioethanol-produktion. Herudover indgår Solum Gruppen, Statoil, Landbrugsraadet og Agro Tech.

I en forskergruppe, der har prodekan Lene Lange fra Aalborg Universitet som kontaktperson, deltager repræsentanter for Aarhus Universitet, Københavns Universitet, Syddansk Universitet, Risø DTU samt RUC. Partnerskabet har sekretariat hos foreningen Dansk Biotek.

I samarbejde med Teknologirådet arbejder Partnerskabet på i løbet af 2009 at udforme anbefalinger til en opdateret dansk strategi i form af en "hvidbog" på området. Det bliver en vigtig opgave i dette strategiarbejde at vurdere, hvilken rolle bæredygtig bioethanol kan få som transportbrændstof og på den baggrund bl.a. vurdere potentialet for en dansk produktion af 2. generations bioethanol set i lyset af den store konkurrerende efterspørgsel efter biomasse til el- og varmeproduktion.

### **Bio-DME fra termisk forgasning**

Den oprindelige strategi for flydende biobrændstoffer fra 2005 understregede også behovet for at få afklaret perspektiverne ved fremstilling af Di Methyl Ether (DME) fra gas, der produceres fra termisk forgasning af biomasse. DME produceres i dag kommercielt fra kul og naturgas, men for at kunne optimere CO<sub>2</sub>-fortrængningsevnen ved anvendelse som transportbrændstof skal DME produceres fra biomasse.

Som opfølgning på denne strategi har EFP-programmet ydet støtte til to aktiviteter hos DTU Mekanik: Udvikling af HCCI motoren, så den kan benytte DME som brændstof, og undersøgelse af mulighederne for at omdanne den biomasse-syntesegas, der produceres på instituttets tottrinsforgasser, til methanol ved hjælp af katalysatorer, og fra methanol videre til bio-DME i en ny katalytisk proces. Disse aktiviteter ventes afsluttet i løbet af 2010. Herudover deltager DTU Mekanik i IEA's forskningssamarbejde inden for Advanced Motor Fuels Implementing Agreement.



**Forskningscenter for udvikling og anvendelse af bioteknologi til bioenergy (Bio4Bio)**

Ansvarlig: **KU-LIFE**  
 Kontakt: **Claus Felby · cf@life.ku.dk · tlf: 35 33 16 95**  
 Deltagere: **DVJ-AU, AAU, Center for Bioenergi og Miljøteknologisk Innovation (CBMI), DLF Trifolium, Novozymes A/S, Inbicon, Terranol A/S**

DSF: 22.500.000 kr.  
 Budget i alt: 36.200.000 kr.  
 Afsluttes: 2014

Kernen i centret er en række banebrydende teknikker til at forstå sammenhængen mellem biomassens opbygning og de proteiner og procestrin, der skal til for at omdanne den til primært flydende energibærere. Centret vil på baggrund heraf udvikle nye proteiner, enzymer og biomasetyper til anvendelse i industriel skala.

DSF · 2104-08-0039



**Gærstammer til 2. generation bioethanol produktion**

Ansvarlig: **Terranol A/S**  
 Kontakt: **Birgitte Rønnow · info@terranol.com**  
 Deltagere: -

EUDP: 11.250.000 kr.  
 Budget i alt: 15.000.000 kr.  
 Afsluttes: 2. kvartal 2011

Terranol vil modificere gærstammer med industrielt lovende egenskaber, så de kan fermentere pentosesukre, der udgør 25-40 % af sukkerindholdet i lignocellulose. Optimeringen af disse gærstammer med patenterede teknologier ventes at kunne øge bioethanoludbyttet med 30-45 % til gavn for den samlede procesøkonomi.

ENS-63011-0011



**Demonstration af 2G bioethanolproduktion. WP2: Konstruktion og opførelse af demonstrationsanlæg**

Ansvarlig: **Inbicon A/S**  
 Kontakt: **Niels Henriksen · niehe@dongenergy.dk**  
 Deltagere: -

EUDP: 54.202.000 kr.  
 Budget i alt: 256.144.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

I denne anden fase af demonstrationsprojektet for 2. generations bioethanol opfører DONG Energy-datterselskabet Inbicon den bioethanolfabrik, der blev designet i første fase. Anlægget på Asnæsværket i Kalundborg får en kapacitet på 4 ton halm/time og skal være i drift inden Klimatopmødet COP15 i december 2009.

ENS-63011-0013



**Konsolidering og udbygning af partnerskab for biobrændstoffer**

Ansvarlig: **Dansk Biotek**  
 Kontakt: **Thomas Alstrup · office@danskbiotek.dk**  
 Deltagere: **Novozymes A/S, DONG Energy, Danisco A/S, Solum Gruppen, Statoil A/S, BioGasol, Landbrugsraadet, Agro Tech**

EUDP: 625.000 kr.  
 Budget i alt: 1.225.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

Partnerskabet for 2. generations biobrændstoffer vil konsolidere sig, så samarbejdet mellem de involverede virksomheder, vidensinstitutioner og offentlige aktører bevæger sig hen imod forpligtende forretningskonsortier. Konsolideringen vil desuden omfatte analyser og strategier for forskning, udvikling og innovation.

ENS-63011-0036



**Optimering af BornBioFuels 2. generations bioethanol koncept**

Ansvarlig: **Center for Bioteknologi og Bioenergi-AAU**  
 Kontakt: **Birgitte K. Ahring · bka@bio.aau.dk**  
 Deltagere: **BioGasol, Institut for Biologi-KU**

EUDP: 6.814.000 kr.  
 Budget i alt: 12.395.000 kr.  
 Afsluttes: 2. kvartal 2010

I et tæt samspil med BornBioFuel2 søges centrale processer i Maxifuel konceptet optimeret i laboratorieskala for løbende at blive implementeret i demonstrationsanlægget. Projektet omfatter første fase i et femårigt udviklingsforløb, der skal resultere i en produktionspris på 2 kr. pr. liter bioethanol ved fuld skala produktion.

ENS-64009-0010



**BornBioFuel2 - et fuldt integreret 2. generations bioethanol demonstrationsanlæg på Bornholm, baseret på MaxiFuel konceptet**

Ansvarlig:

**BioGasol**

Kontakt:

*Rune Skovgaard-Petersen · rsp@biogasol.com*

*tlf: 51 22 61 12*

Deltagere:

*Alfa Laval, Siemens, Grundfos Management, Østkraft*

EUDP:

78.200.000 kr.

Budget i alt:

204.800.000 kr.

Afsluttes:

4. kvartal 2011

Der projekteres og opføres et demonstrationsanlæg med en årlig produktionskapacitet på 5 mio. liter bioethanol, der kan følges via [www.biogasol.com](http://www.biogasol.com). Anlægget skal på semi-industrielle driftsbetingelser dokumentere de positive resultater fra MaxiFuel-pilotanlægget, herunder energibalance, driftsstabilitet, brændselsfleksibilitet og driftsøkonomi.

ENS-64009-0011

Igangværende projekter · Biobrændstoffer



**The Bio/Catalytic Refinery**

Ansvarlig:

**DTU Kemi**

Kontakt:

*Clous Hviid Christensen · chr@kemi.dtu.dk · tlf: 45 25 24 02 (Projektledelse drøftess p.t.)*

Afsluttes:

4. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 10.000.000 kr.

DSF · 2104-04-0003



**Biofuels from important Foreign Biomasses**

Ansvarlig:

**Center for Bioteknologi og Bioenergi-AAU**

Kontakt:

*Birgitte K. Ahring · bka@bio.aau.dk · tlf: 99 40 25 91*

Afsluttes:

3. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 6.000.000 kr.

DSF · 2104-05-0017



**Market potential for renewable fuels passenger cars (REP cars)**

Ansvarlig:

**DTU Transport**

Kontakt:

*Linda Christensen · lch@transport.dtu.dk · tlf: 45 25 65 25*

Afsluttes:

3. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 3.000.000 kr.

DSF · 2104-05-0049



**OPUS: Optimised use of wheat material for bio-ethanol production and assessment of the bio fuel waste nutritional value**

Ansvarlig:

**Institut for Jordbrugsvidenskab v/LIFE-KU**

Kontakt:

*Jakob Magid · jma@life.ku.dk · tlf: 35 28 34 91*

Afsluttes:

2. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 2.500.000 kr.

DSF · 2104-05-0052



**Bio.REF: Biorefinery for sustainable reliable economical fuel production from energy crops**

Ansvarlig:

**DTU Miljø**

Kontakt:

*Irini Angelidaki · ria@er.dtu.dk · tlf: 45 25 16 00*

Afsluttes:

4. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 12.467.061 kr.

DSF · 2104-06-0004



### Renewable energy in the transport sector using biofuels as energy carrier

Ansvarlig: **DMU-AU**  
Kontakt: *Pia Frederiksen · pfr@dmu.dk · tlf: 46 30 12 07*  
Afsluttes: 2. kvartal 2011 · DSF-tilskud: 14.839.082 kr.

DSF · 2104-06-0029



### Termokemiske undersøgelser af cellulolytiske enzymer til brug i produktionen af anden-generations bioetanol

Ansvarlig: **RUC**  
Kontakt: *Peter Westh · pwesth@ruc.dk · tlf: 46 74 28 79*  
Afsluttes: 1. kvartal 2012 · DSF-tilskud: 13.000.000 kr.

DSF · 2104-07-0028

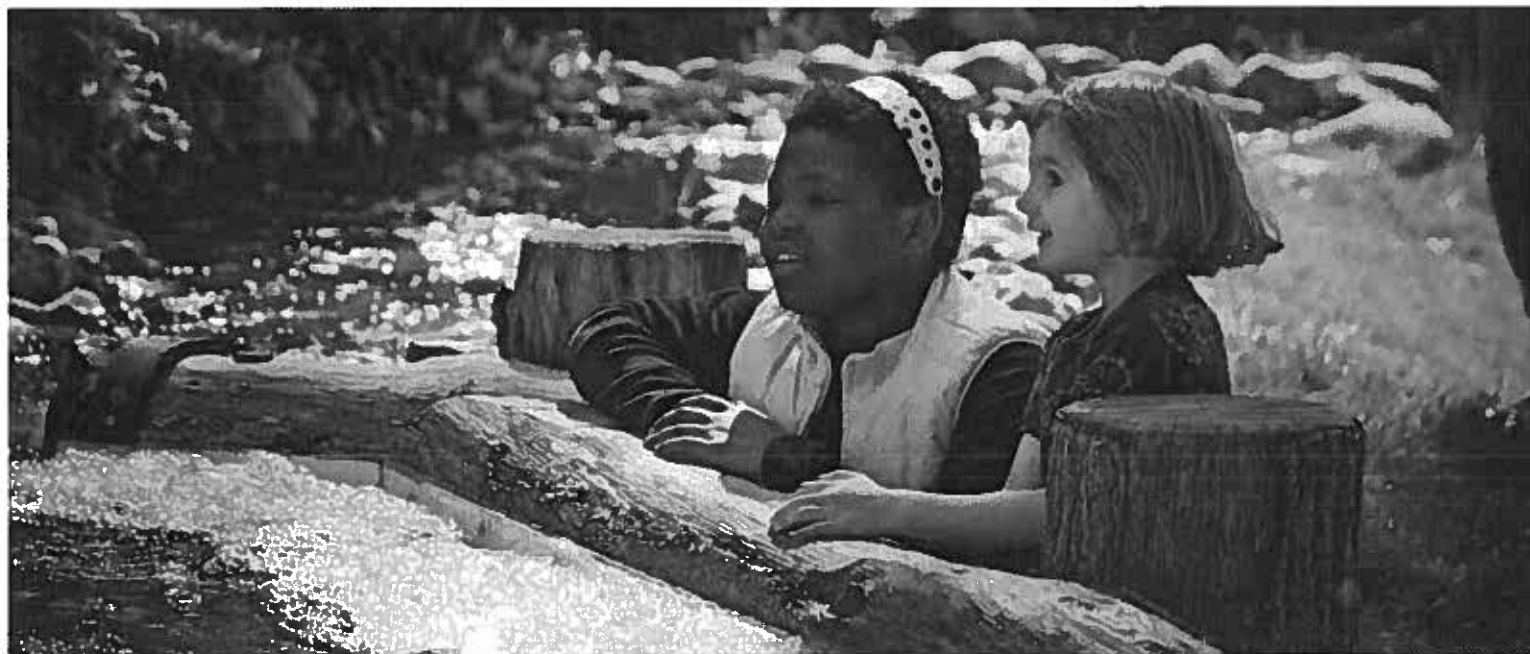


Foto: Jørg Grunwald



### Biomass for biofuel and bioethanol in pilot scale

Ansvarlig: **Dong Energy A/S**  
Kontakt: *Charles Nielsen · chani@dongenergy.dk · tlf: 76 22 24 10*  
Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 6.028.000 kr.

ForskEL · 6412



### REnescience

Ansvarlig: **DONG Energy A/S**  
Kontakt: *Lars Lærkedahl · larle@dongenergy.dk · tlf: 21 71 53 50*  
Afsluttes: 4. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 28.898.000 kr.

ForskEL · 7335



### Samfunds- og selskabsøkonomisk analyse af bioethanol-produktion i Danmark i samproduktion med kraftvarme og biogas. Fase 1

Ansvarlig: **Afdelingen for systemanalyse v/Risø DTU**  
Kontakt: *Lars Henrik Nielsen, lani@risoe.dtu.dk, tlf: 46 77 51 10*  
Afsluttes: 3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.391.000 kr.

ENS-33031-0063



**Samfunds- og selskabsøkonomisk analyse af bioethanol-produktion i Danmark i samproduktion med kraftvarme og biogas. Fase 2**

Ansvarlig: **Afdelingen for systemanalyse v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Lars Henrik Nielsen · lani@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 51 10*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 964.000 kr. ENS-33032-0044



**Udvikling af HCCI motor til DME (DI Methyl Ether)**

Ansvarlig: **DTU Mekanik**  
 Kontakt: *Jesper Schramm · js@mek.dtu.dk · tlf: 45 25 41 79*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 1.522.000 kr. ENS-33032-0014



**Ethanol som motorbrændstof**

Ansvarlig: **DTU Mekanik**  
 Kontakt: *Jesper Schramm · js@mek.dtu.dk · tlf: 45 25 41 79*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 369.000 kr. ENS-33032-0015



**Produktion af methanol/DME ud fra biomasse**

Ansvarlig: **Afdelingen for Biosystemer v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Ulrik Henriksen · ubh@mek.dtu.dk · tlf: 46 77 41 72*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.033.000 kr. ENS-33032-0017



**Videreudvikling af MaxiFuels konceptet med saltjernelse og genvinding af værdifuldt gødningsprodukt**

Ansvarlig: **Afdelingen for Biosystemer v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Kim Pilegaard · kipi@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 41 01*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.800.000 kr. ENS-33032-0063



**Mikrobølge- og plasmabehandling af hvedehalm til bioethanol produktion**

Ansvarlig: **Afdelingen for biosystemer v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Anne Belinda Thomsen · abbj@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 41 64*  
 Afsluttes: 1. kvartal 2011 · PSO-tilskud: 2.812.000 kr. ENS-33033-0043



**Optimering og videreudvikling af MAXIFuels konceptet**

Ansvarlig: **Afdelingen for Biosystemer v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Kim Pilegaard · kipi@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 41 01*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.550.000 kr. ENS-33033-0079



**BornBioFuel: Et fuldt integreret 2. generations bioethanol demonstrationsanlæg på Bornholm baseret på MaxiFuels konceptet. Fase 1**

Ansvarlig: **BioGasol ApS**  
 Kontakt: *Rune Skovgaard · rsp@biogasol.com · tlf: 45 25 92 89*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 27.500.000 kr. ENS-33033-0285

**Demonstration af 2. generations bioethanol produktion WP1: Design and engineering**

Ansvarlig: **Inbicon A/S (DONG Energy A/S)**  
 Kontakt: *Niels Henriksen · niehe@dongenergy.dk · tlf: 45 25 92 89*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 22.500.000 kr. ENS-33033-0288



## Igangværende projekter · Biobrændstoffer



### Udvikling af 2. generations biobrændsel

Ansvarlig: **DONG Energy**  
 Kontakt: Charles Nielsen · chani@dongenergy.dk · tlf: 99 55 20 93  
 Afsluttes: 2010 · HTF-tilskud: 22.000.000 kr.



### Fra organisk affald til biobrændstoffer

Ansvarlig: **SCF Technologies A/S**  
 Kontakt: Andreas Rudol · anr@scf-technologies.com · tlf: 88 30 32 40  
 Afsluttes: 2010 · HTF-tilskud: 10.000.000 kr.



### Biodiesel skal være bæredygtig

Ansvarlig: **Novozymes A/S**  
 Kontakt: Jesper Brask · jebk@novozymes.com · tlf: 44 46 29 70  
 Afsluttes: 2012 · HTF-tilskud: 17.000.000 kr.



## Afsluttede projekter · Biobrændstoffer



### Breaking the barrier for biomass based energy: High dry-matter enzymatic hydrolysis of lignocellulose

Ansvarlig: **Center for Skov, Landskab og Planlægning v/LIFE-KU · Claus Felby · tlf: 35 28 16 95**  
 Tilskud: 1.999.200 kr. Afsluttet 4. kvartal 2008  
 Resultat: Projektet har haft som hovedformål at opnå en større forståelse af interaktionen mellem celle-  
 vægnsnedbrydende enzymer og lignocellulose ved et højt tørstofindhold. Forbehandling af biomasse  
 er afgørende for denne interaktion og et vigtigt trin i nedbrydningsprocessen. Visualisering af den  
 enzymatiske nedbrydning ved hjælp af bl.a. AFM atommikroskopi har afsløret ny og nyttig viden på  
 området. Også fremover vil dette være et fokusområde for laboratoriet. Som en direkte konsekvens af  
 projektet er der opbygget en betragtelig erfaring med brug af nyt apparatur såsom AFM og SEM, der  
 kan bidrage til at vedligeholde laboratoriets førende rolle.

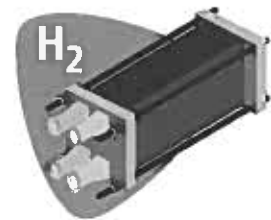
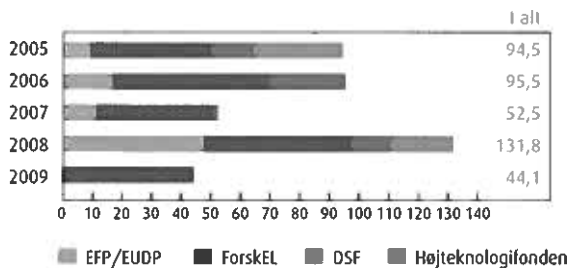
DSF · 2104-05-0008



### Metode til frigivelse af kulhydrater i ligninholdige biomasser

Ansvarlig: **M-Tek · Jens Munck · tlf: 45 80 99 20**  
 Tilskud: 3.247.000 kr. Afsluttet 2. kvartal 2008  
 Resultat: Projektet har optimeret forbehandling af ligninholdige biomasser ved en kombineret "Termisk  
 Hydrolyse og Vådoxidationsproces". Forbehandlings-processen er fleksibel i forhold til forskellige  
 typer biomasse. Det er vanskeligt at håndtere biomasse over 2-3 cm lange, da fibre sætter sig  
 på omrørerne og i ventilerne. Oxidationsprocessens hastighed var afhængig af temperatur, oxygens  
 partieltryk, omrøringshastighed og koncentrationen af Fe<sup>++</sup>. Der var stigende reaktionshastighed ved  
 stigende temperatur samt ved stigende partieltryk af oxygen, stigende omrøringshastighed samt ved  
 tilsætning af en katalysator.

ForskEL · 6286



## Danske brændselsceller klar til demonstration og nichemarkeder

Mange års forskningsindsats og en målrettet teknologiudvikling, der alene i de seneste fem år er blevet støttet med mere end 400 mio. kr. i offentlige midler, har nu bragt den danske brændselscelleudvikling så langt, at de første demonstrationsanlæg, baseret på lavtemperatur PEM-brændselsceller og højtemperatur SOFC-brændselsceller, er ved at blive etableret. Dertil kommer, at der også er udviklet dansk designede systemer, der er slået igennem på en række nichemarkeder, bl.a. inden for hjælpekraftanlæg (APU) og nødstrømsanlæg (UPS) med et begrænset antal årlige driftstimer, men hvor der stilles store krav til anlæggenes miljøegenskaber.

### Industrielle produktionsanlæg

Disse resultater har gjort de danske F&U-miljøer og virksomheder i branchen til interessante partnere for internationale virksomheder, og de danske aktører er meget aktive i internationale samarbejdsprojekter. Den danske forskning og udvikling målrettes efter en national strategi, som virksomheder og F&U-miljøer har udviklet sammen med bl.a. Energistyrelsen og Energinet.dk samt Forsknings- og Innovationsstyrelsen. Det strategiske samarbejde er fortsat i et Partnerskab for Brint og Brændselsceller, der har til opgave at opdatere den overordnede strategi, udmønte strategier for særlige indsatsområder og udvikle synergi mellem virksomheder, F&U-miljøer og myndigheder inden for de roadmaps, der er udarbejdet for de enkelte brændselscelletyper og anvendelsesområder.

De vigtigste industrielle aktører har opbygget eller opkøbt faciliteter, der inden for de kommende år kan bane vej for en markant vækst i produktionen af dansk udviklede brændselsceller. Topsoe Fuel Cell åbnede i slutningen af april med finansiel støtte fra EU's LIFE-program en brændselscellefabrik med en årlig produktionskapacitet på 5 MW.

IRD Fuel Cells er gået i samarbejde med den amerikanske Cabot Corporation, der har solgt sin patenterede produktionsproces

for brændselscelle-Membrane Electrode Assembly (MEA) til den danske virksomhed. Dantherm Power har etableret produktionsfaciliteter, der gør det muligt at producere UPS-anlæg til internationale kunder med behov for eller interesse i disse miljøvenlige anlæg.

### Billigere og mere effektive SOFC

Det er mere end 15 års målrettet forskning og teknologiudvikling, der nu har ført til, at første generation af de to hovedtyper af dansk udviklede brændselsceller er på vej ud på markedet. Inden for fastoxid-brændselsceller (SOFC) har Energistyrelsens EFP-program siden begyndelsen af 1990'erne støttet forskningen på Risø DTU's afdeling for brændselsceller og faststofkemi. Efter 2001 gik Haldor Topsøe A/S ind i samarbejdet. Der er i det danske SOFC-program arbejdet med at identificere materialer og udvikle stakdesign, der gør SOFC-brændselscellerne billigere at producere og giver dem længere levetid og højere virkningsgrad.

De første generationer af SOFC er baseret på keramiske materialer og virker ved driftstemperaturer på mere end 800 °C. Energinet.dk's ForskEL-program har siden 2002 også ydet en betydelig og vedholdende støtte til det danske SOFC-program.

EFP/EUDP og ForskEL har i de seneste år ydet en meget betydelig støtte til Topsoe Fuel Cells optimering af de keramiske SOFC-brændselsceller for at gøre denne generation klar til demonstration i større skala. ForskEL har støttet produktudvikling af celler og små stakke, mens EUDP-midler er blevet brugt til at optimere produktionen af cellestakke og opbygge et 10 kW demonstrationsanlæg med naturgasforsynede SOFC-brændselsceller på H.C. Ørstedværket i København. DONG Energy er gået med i projektet som vært for anlægget for at indhøste erfaringer med denne effektive og miljøvenlige elproduktionsteknologi. Anlægget er sat i drift i foråret 2009 og er dermed klart til at blive fremvist i forbindelse med COP 15 i december 2009.



*Topsoe Fuel Cell's nye brændselscellefabrik er en vigtig milepæl i virksomhedens bestræbelser på hurtigt at commercialisere sin SOFC-teknologi. Med den årlige produktionskapacitet på 5 MW vil Topsoe Fuel Cell være i stand til selv at producere SOFC-celler og –stakke til de kommende års demonstrationsprojekter og nichemarkeder.*



Foto: Povl Møller/Topsoe Fuel Cell

For yderligere at fremme commercialiseringen af SOFC er Topsoe Fuel Cell gået i samarbejde med Wärtsilä om at demonstrere prototyper med 20 og 50 kW kraftvarmeheder, der er baseret på større cellestakke. EUDP har i denne sammenhæng støttet virksomhedens udvikling af et hotbox design, der skal bidrage til at gøre SOFC-brændselsceller klar til det private marked fra 2012.

ForskEL har herudover ydet støtte til Risø-DTU's forskning i en ny generation SOFC, der anvender billigere materialer, og som kan operere ved lavere temperaturer. Den nyeste forskning sigter efter at kunne anvende metalsupporterede materialer i større celler. Det vil gøre SOFC-brændselscellerne i stand til at operere ved temperaturer omkring 650 °C.

Udviklingen af 3. generations SOFC-brændselsceller bliver også støttet af Højteknologifonden, der har medfinansieret Topsoe Fuel Cells og Risø-DTU's arbejde med at udvikle og afprøve nye metalliske legeringer og nye nano-strukturerede elektroder. I dette projekt er der også udviklet nyt ovnudstyr til højtempe-

ratur-sintring. Projektet omfatter herudover udvikling af et faststof-ammoniakbaseret brændstoffsager, der kan forsyne et SOFC-anlæg med CO<sub>2</sub>-neutralt brændstof. Amminex, der har ansvaret for denne udviklingsopgave, har produceret et ammoniaklager på 15-20 kg med meget høj energitæthed, der kan integreres i et SOFC-anlæg.

Efter positive driftsresultater med prototyper af metalsupporterede SOFC har Højteknologifonden i et nyt projekt støttet afprøvning af avancerede tyndfilmsteknologier, der kan bidrage til længere levetider, og optimering af produktionsprocessen, så disse brændselscelleanlæg kan indgå i kommercielt konkurrencedygtige APU-anlæg til bl.a. kølelastbiler, både og campingvogne. Denne generation SOFC kan fungere ved temperaturer på 600-650 °C.

#### **PEM-anlæg til flere nichemarkeder**

Den anden hovedtype af brændselsceller med et stort dansk potentiale er Proton Exchangable Membrane (PEM) brændselsceller. IRD Fuel Cells A/S har i mange år udviklet PEM-brændselsceller til anvendelse ved temperaturer på mindre end 100°C. Før årtusindskiftet blev denne udvikling finansieret gennem EU og for egne midler. Efter årtusindskiftet er den videre udvikling også blevet støttet via EFP/EUDP- og ForskEL-programmerne. Denne lavtemperatur-brændselscelle anses for at have et stort potentiale inden for anvendelser, der kræver hurtigt start som fx transport, fordi

disse brændselsceller kan starte direkte fra frysepunktet og op-  
efter uden forvarmning.

Udfordringerne i dag er hovedsageligt relateret til pris og levetid. LT-PEM kan kun anvende brint, enten i ren form eller som brint fremstillet via reformering af kulbrinter, som naturgas. Den direkte methanol brændselscelle, som er en afart af LT PEM, kan køre direkte på metanol (træsprit) og er derfor yderst interessant til mobile anvendelser bl.a. som substitution til batterier. Systemer baseret på LT-PEM er driftsfleksible og ydeevnen er god. Den er derfor velegnet bl.a. som leverandør af regulerbare kraftydelse. IRD har leveret brændselsceller, stakke og komplette systemløsninger til demonstrationsanlæg i både Danmark, Norge og Tyskland.

I et bilateralt forskningssamarbejde mellem Danmark og Canada, som EFP/EUDP har ydet støtte til, har Dantherm Power udviklet velfungerende UPS-anlæg, baseret på canadisk producerede luftkølede PEM-brændselsceller. Den første generation af dette koncept er slået igennem på det canadiske marked som alternativ til bl.a. batterier i mobilsendemaster og som nødstrømsanlæg i store serverrum.

Den næste generation anvendes som demonstration af miljøvenlig lastudjævning i driften af et vandkraftværk, hvor anlægget erstatter dieselgeneratorer. Det dansk-canadiske samarbejde vil også føre til, at brintbaserede brændselscelledrevne køretøjer kan være i drift under vinter-OL i Vancouver i 2010.

#### **Mikrokraftvarme-demonstration**

De danske aktører inden for SOFC, LT-PEM og HT-PEM er gået sammen i et ambitiøst demonstrationsprojekt med et samlet budget på over 150 mio. kr. Projektet Dansk Mikrokraftvarme er ledet af Danfoss, og målet er i løbet af tre faser frem mod 2012 at kunne demonstrere de tre typer brændselscellers potentiale som alternativ til miljøbelastende individuel opvarmning i enfamiliehuse.

I den igangværende anden fase testes 10 anlæg i hhv. Sønderborg kommune med naturgasforsynede SOFC- og HT-PEM-anlæg og i Lolland kommune med brintforsynede PEM-anlæg. På grundlag af driftserfaringerne fra denne fase optimeres anlægskoncepterne til den tredje fase, hvor 100 anlæg skal testes fra 2010.

Målet er, at konsortiet fra 2012 har fornøden viden til at fremstille mikrokraftvarmeanlæg, der kan konkurrere på markedet, bl.a. fordi de skal kunne indrettes til at levere værdifulde systemtjenester til elnettet. Demonstrationsprojektet er støttet af ForskEL i den indledende fase og af Energistyrelsen med en særbevilling på 50 mio. kr. fra Finansudvalget i de to sidste faser.

#### **Mere robust HT-PEM**

Et nyt og meget lovende danskudviklet brændselscelle-koncept er højtemperatur PEM, der opererer ved 130-170 °C. Forskningen foregår primært på DTU Kemi og Aalborg Universitet og støttes af

*Dantherm Power har indledt en industriel produktion af brændselscelleanlæg til back up systemer.*



Foto: Dantherm Power

både ForskEL og EFP/EUDP. HT-PEM brændselsceller er mere robuste over for CO-holdige brændsler og kan derfor forsynes med et bredt udvalg af brændsler. Den industrielle udvikling foregår bl.a. hos SerEnergy, Dantherm Power, Danish Power Systems og IRD Fuel Cells.

Den danske teknologi er internationalt meget langt fremme, og HT-PEM anlæg kan anvendes til både stationære kraftvarmeanlæg med høj virkningsgrad og til transportformål. På dette område afprøves det p.t., hvordan et methanolforsynat HT-PEM anlæg kan kombineres med elbatterier for at give hybridbiler en væsentligt længere rækkevidde.

Et ambitiøst konsortieprojekt (HotMEA) under ForskEL med en PSO-støtte på mere end 25 mio. kr. skal inden for de næste fire år forsøge at cementere den danske styrkeposition ved at sætse på et bredt spektrum af udviklingsopgaver fra MEA-materialer til fremstilling og test af en stak. Konsortiet ledes af DTU Kemi med deltagelse af tre industrielle partnere.

### Brint til transport

Flere af de danske energiforskningsprogrammer har gennem flere år støttet brintforskningen inden for de områder, der i den nationale strategi er identificeret som særligt lovende for en dansk indsats.

Det gælder udvikling af billigere materialer til lagring samt konverteringsprocesser i form af elektrolyse og fotokatalyse. Des-



Foto: Jan Gøttwald

uden støtter EUDP en række projekter, hvor brintbaserede koncepter anvendes til forskellige transportformål.

Danske aktører deltager også i det skandinaviske forskningsarbejde Scandinavian Hydrogen Highway Partnership (SHHP), der vil udvikle en infrastruktur, som skal gøre det muligt at køre i et brintdrevet køretøj gennem Sydnorge, Danmark og det vestlige Sverige. For at fremme denne indsats op til COP 15 i december 2009 har EUDP bevilget støtte til udvikling og afprøvning af 2. generations hybridkøretøjer og brinttankstationer i LINK2009-projektet, der ledes af brintudviklingsfirmaet H2 Logic.

Dette firma forsøger med projektstøtte fra Højteknologifonden også at udvikle et brintbaseret brændselscelle-drivsystem til større gaffeltrucks, hvor elbatterier ikke er tilstrækkeligt effektive som alternativer til gasdrevne trucks. Projektet er udtryk for en strategi om at udvikle højværdi-produkter til stadig flere nichemarkeder for på den måde at skabe finansiering til den videre teknologiuudvikling.

### Mere effektiv konvertering

En væsentlig del af den mere grundlagsskabende danske brintforskning foregår p.t. i et Center for bæredygtigt brintkredsløb, som DSF's programkomite for bæredygtig energi og miljø støtter med DTU Kemi som centerleder og med deltagelse af Syddansk Universitet og en række industrielle partnere. Et andet kraftcenter inden for den danske brintforskning findes i Herning, hvor en række forskningsmiljøer og innovative virksomheder er gået sammen i Hydrogen Innovation and Research Centre (HIRC).

Elektrolyse betragtes som en lovende konverteringsteknologi, der kan bane vej for en bredere anvendelse af el fra fluktuerende produktion fra vindmøller og solcelleanlæg. Partnerskabet for Brint og Brændselsceller arbejder med en samlet strategi for den danske teknologiuudvikling inden for elektrolyse. I strategien sættes på at optimere udnyttelsen af de danske styrkepositioner inden for SOFC- og PEM-brændselsceller.

I første omgang har ForskEL ydet støtte til et projekt hos Risø-DTU, der sigter efter at udvikle en omkostningseffektiv højtemperaturrelektrolyse (SOEC), baseret på de kompetencer, der er opnået i det danske SOFC-program. Senere kan et tilsvarende teknologispør inden for lavtemperatur elektrolyse baseret på PEM-kompetencer komme på tale. SOEC-elektrolyse har den fordel, at processen bruger vand og CO<sub>2</sub> som brændsel til at producere en syntesegas, der kan konverteres til metan og andre brændsler med høj energitæthed.

På længere sigt kan reversible brændselsceller inden for både SOFC og PEM sikre højere virkningsgrad og bedre driftsøkonomi, men selv om den reversible proces, hvor brændselsceller skiftevis kan omdanne brint og andre brændsler til el og konvertere el til brint, er eftervist i teoretiske studier, er der behov for en betydelig forskningsindsats, bl.a. for at finde frem til billigere materialer til elektrolysatorer. Dette udviklingsperspektiv betragtes som særligt lovende i sammenhæng med udviklingen af et dansk energisystem, der i stigende omfang skal baseres på fluktuerende elproduktion fra vedvarende energi.

Alkalisk elektrolyse er en anderledes og velkendt teknologi, men konverteringsprocessen skal optimeres for at blive kommercielt anvendelig i større skala, fordi den i dag har et stort energiforbrug til tryksætning af den producerede brint, og processen har en lav virkningsgrad i konverteringen fra el til brint. HIRC har derfor fået støtte fra EUDP til sammen med Green Hydrogen og Risø-DTU at udvikle et 2. generations elektrolyseanlæg baseret på alkalisk teknologi, som efterfølgende skal demonstreres på et lokalt nybyggeri.

Selv om brint betragtes som en vigtig forudsætning for at kunne integrere den stigende elproduktion fra vindenergi og solenergi

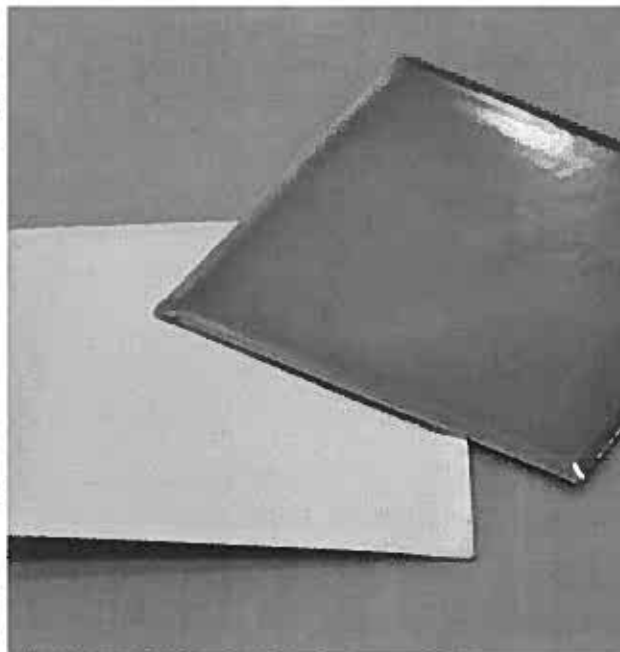
*Risø DTU's Afdeling for Brændselsceller og Faststofkemi er det centrale forskningsmiljø inden for den nyeste generation af metal-supporterede brændselsceller. Til højre metal-SOFC'en set fra både top og bund, herunder er en af medarbejderne ved at betjene afdelingens scanning-elektronmikroskop*



Foto: Risø DTU

til at gennemføre ambitiøse tværdisciplinære projekter, der vil udforske det elektrokemiske potentiale inden for en lang række anvendelsesområder.

Forskerskolen Hydrogen and Fuel Cell Academy (HyFC) er oprettet på Aalborg Universitet (AAU) i et samarbejde mellem AAU (Institut



i Nordeuropa, er der p.t. internationalt en vis tilbageholdenhed med at satse på effektive konverteringsprocesser og lagringsmedier. Det skaber ifølge Partnerskabet for Brint og Brændselsceller et stort potentiale for at bringe dansk udviklet brintteknologi helt i front. Sideløbende med opbygningen af stærke danske forskningsmiljøer er der etableret et industrielt konsortium Greenhydrogen.dk, der har kapacitet til at omsætte danske forskningsresultater til industrielle produkter.

#### **Forskeruddannelse**

Den forskeruddannelse, der betragtes som vital for en videre udvikling af de danske teknologiske kompetencer inden for både brændselsceller og brint, foregår i høj grad i det center for strategisk elektrokemisk forskning (SERC), der ledes af Risø-DTU's afdeling for brændselsceller og faststofkemi.

SERC støttes af DSF og har deltagelse af flere danske universiteter og branchens vigtigste industrielle aktører. SERC har med et samlet budget på 50 mio. kr. også en økonomisk kapacitet

for Energiteknik) og DTU (DTU Kemi og Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/ Risø DTU) for at styrke ph.d.-uddannelsen inden for brint og brændselsceller og fremme de danske forskningsmiljøer engagement i internationalt samarbejde.

HyFC udgør rammen for ca. 30 ph.d.-studerende fra de to universiteter, der stiller undervisere og supervisorer til rådighed. Professor Søren Linderoth fra Risø DTU er formand for HyFC. Forskerskolen har et tæt samarbejde med industrien gennem partnere som APC Denmark, Danfoss, Dantherm Power, DONG Energy, IRD Fuel Cells og Topsoe Fuel Cell. De aktuelle ph.d.-stipendier omfatter forskning i bl.a. HT-PEM stakudvikling og MEA'er, SOFC på metan og biobrændstoffer, elektrolysatorer (HT-PEM og SOEC), reformering af DME og methanol, materialer til brintlagring samt SOEC-konvertering til syntetiske brændsler. Der forskes også i udvikling af brændselscelle-kraftvarmeheder samt APU- og UPS-anlæg. HyFC organiserer sommerkurser, årsmøder og gæsteforelæsnings for at styrke netværksdannelse mellem forskerskolens studerende og fremme forskningens interdisciplinære karakter.



### Nye makromolekylære strukturer og funktionelle grupper for protonledende brændselscellemembraner

Ansvarlig: **DTU Kemiteknik**  
 Kontakt: *Søren Hvilsted · sh@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 29 65*  
 Deltagere: *IRD Fuel Cells A/S, SDU, Lunds Universitet*

DSF: 13.300.000 kr.  
 Budget i alt: 18.800.000 kr.  
 Afsluttes: 2013

Projektets skal forbedre membraners karakteristika ift. nationale og internationale krav ved at fokusere på: Hvordan inkorporere nye typer af protonledere, bedre stabilitet for den protonledende del, bedre polymerstabilitet, optimeret polymer morfologi, vandfri protonledning og forståelse af de forhold, som dikterer levetiden.

DSF · 2104-08-0016



### Improved SOFC stacks

Ansvarlig: **Topsoe Fuel Cell A/S**  
 Kontakt: *Rasmus Barfod · raba@topsoe.dk*  
 tlf: 45 27 23 30  
 Deltagere: *Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU*

PSO: 12.732.000 kr.  
 Budget i alt: 21.509.000 kr.  
 Afsluttes: 2. kvartal 2010

I dette projekt skal der laves en fortsat udvikling af SOFC stakke med en lavere pris og en bedre ydelse og levetid. Derudover skal der arbejdes med at lave større celler og stakke. Projektet er et nært samarbejde mellem TOFC og Risø DTU. Aktiviteterne er et vigtigt skridt på vejen til at kommercialisere SOFC brændselsceller.

ForskEL · 10207



### Hot MEA

Ansvarlig: **DTU Kemi**  
 Kontakt: *Niels J. Bjerrum · njb@kemi.dtu.dk*  
 tlf: 45 25 23 07  
 Deltagere: *Danish Power Systems, IRD Fuel Cells, Dantherm Power*

PSO: 25.649.000 kr.  
 Budget i alt: 32.678.000 kr.  
 Afsluttes: 2. kvartal 2013

Konsortiet HotMEA er en stor samlet satsning på HT-PEM brændselsceller. Danmark har en styrkeposition på HT-PEM og kan blive førende på området. Arbejdet omfatter et bredt spektrum fra udvikling af MEA-materialer til fremstilling og test af en stak. Konsortiet er stærkt sammensat af partnere, der dækker hele udviklingskæden.

ForskEL · 10221



### The CanDan HUX

Ansvarlig: **IRD Fuel Cells A/S**  
 Kontakt: *Peter B. Lund · plu@ird.dk · tlf: 63 63 30 21*  
 Deltagere: *DPoint Technologies Inc. (Ca)*

PSO: 5.797.000 kr.  
 Budget i alt: 16.502.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2012

Projektets formål er at udvikle, designe, konstruere og teste en befugtermembran (HUX) til brug i PEM-brændselsceller, således at den opfylder specificerede krav til såvel ydelse som størrelse og pris. For brændselsceller, der opererer under 100 grader, er det af hensyn til ydelsen vigtigt at holde fugtigheden konstant.

ForskEL · 10245



### IEA Hydrogen Implementing Agreement Task 22 og Task 24

Ansvarlig: **Afdelingen for Materialeforskning v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Allan Schrøder Pedersen · alpe@risoe.dtu.dk*  
 tlf: 46 77 57 05

Deltagere:  
 PSO: 110.000 kr.  
 Budget i alt: 218.000 kr.  
 Afsluttes: 2. kvartal 2010

Projektets formål er at støtte dansk deltagelse i IEA, Hydrogen Implementing Agreement. Arbejdet består i koordinering af beslægtede aktiviteter i andre lande, vedr. integration af vindenergi ved hjælp af brint og elektrolyse, for at sikre mest mulig synergi med internationale initiativer.

ForskEL · 10280



### Produktion af celler og stakke til SOFC udvikling, test og demonstrationsprojekter, og design-udvikling af SOFC hotbox, Fase 2

Ansvarlig: Kontakt:	<b>Topsoe Fuel Cell A/S</b> Søren Primdahl · <a href="mailto:spri@topsoe.dk">spri@topsoe.dk</a> tlf: 45 27 21 83	Projektet vil skabe grundlag for udvikling, tests og demonstration inden for SOFC celler og -stakke. Sideløbende arbejdes med tekniske forbedringer og pålidelighed samt stak-systemgrænseladen i form af hotbox design udvikling. De første markedssegmenter ligger inden for decentral elproduktion, mikro-kraftvarme og APU.
Deltagere:	Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU, DONG Energy A/S	
EUDP:	8.000.000 kr.	
Budget i alt: Afsluttes:	17.909.000 kr. 2. kvartal 2009	

ENS 63011-0029



### HyLift-0 - Udvikling og benchmarking af 1. generation HT-PEM/Li-Ion hybrid transport system til gaffeltrucks

Ansvarlig: Kontakt:	<b>H2 Logic A/S</b> Karsten Møller Poulsen · <a href="mailto:kp@h2logic.dk">kp@h2logic.dk</a> tlf: 29 90 61 13	Der udvikles og afprøves et hybrid fremdrift-system, baseret på nyeste HT-PEM og Li-Ion teknologier, i en elektrisk gaffeltruck. Prototypen benchmarkes med tilsvarende LT-PEM systemer fra de to CanDan-projekter for at afklare, om HT-PEM indebærer et teknologispring på dette område i forhold til LT-PEM applikationer.
Deltagere:	Atlet-Unitruck A/S, Lithium Balance A/S, Grundfos Management A/S, Teknologisk Institut	
EUDP:	1.597.000 kr.	
Budget i alt: Afsluttes:	3.244.000 kr. 4. kvartal 2009	

ENS-63011-0034



### Udvikling af omkostningseffektive og højtydende MEA- og bipolarpladeprocesser

Ansvarlig: Kontakt:	<b>IRD Fuel Cells A/S</b> Madelaine Odgaard · <a href="mailto:mod@ird.dk">mod@ird.dk</a> · tlf: 63 63 30 00	Ved at udvikle komponenter og fremstillingsprocesser (MEA laminate og bipolar) søger projektet at nå frem til PEM-brændselsceller med større ydeevne, længere levetid og lavere omkostninger i overensstemmelse med målsætningerne i den danske strategi. Resultaterne vil blive demonstreret i en præ-pilot produktionslinje.
Deltagere:	Teknologisk Institut, Danish Power System ApS, Institut für Technische Thermodynamik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DE)	
EUDP:	5.000.000 kr.	
Budget i alt: Afsluttes:	7.978.000 kr. 1. kvartal 2010	

ENS-63011 0068



### Udvikling og afprøvning af 2. generation brændselscelle hybridkøretøjer og brinttankstationer frem mod COP15

Ansvarlig: Kontakt:	<b>H2 Logic A/S</b> Jacob Hansen · <a href="mailto:info@h2logic.d">info@h2logic.d</a> · tlf: 96 27 56 00	Denne første fase i udviklingen af 2. generations brændselscelle hybridsystemer og tankstationer skal resultere i 2 brintbiler til persontransport og varetransport, der er billigere, mere effektive og med større rækkevidde. Desuden optimeres en 700 bar tankstation med onsite brintproduktion fra elektrolyse.
Deltagere:	Rotrex A/S, Dana-Tank A/S, Hytor A/S, Parker-Hannifin Danmark A/S, Hydrogen Link Denmark	
EUDP:	5.000.000 kr.	
Budget i alt: Afsluttes:	9.000.000 kr. 3. kvartal 2009	

ENS 63011-0069



### 2. generations alkalisk elektrolyse

Ansvarlig:	<b>Hydrogen Innovation and Research Centre (HIRC)</b>	Der udvikles 2. generations elektrolyseanlæg for brintproduktion baseret på alkalisk teknologi gennem forskning i effektive elektroder fremstillet ved galvanoteknik, plasmaspøjtning og keramisk teknologi. Stakarkitekturen forbedres, et modul-design skal bane vej for opskalering, teknologien demonstreres på H2College i Herning.
Kontakt:	Lars Yde · <a href="mailto:ly@hirc.dk">ly@hirc.dk</a> · tlf: 70 20 46 11	
Deltagere:	GreenHydrogen.dk, Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU, DTU Management, FORCE Technology	
EUDP: Budget i alt: Afsluttes:	9.500.000 kr. 12.216.000 kr. 4. kvartal 2011	

ENS-63011-0200



**DanDan**

<p>Ansvarlig: Kontakt:</p>	<p><b>Dantherm Power A/S</b> Paw V. Mortensen · <a href="mailto:pvm@dantherm.com">pvm@dantherm.com</a> tlf: 51 38 40 68</p>	<p>I projektet udvikles en methanolforsyning højtemperatur PEM-brændselscelleenhed, der kan anvendes som elforsynings-backup til IT-systemer. Brændselscelleanlægget skal derefter demonstreres som nødforsyning til en telecentral og i et UPS-system, hvor det kan erstatte miljøbelastende og dyre dieselgeneratorer og batterier.</p>
<p>Deltagere:</p>	<p>LeanEco, Institut for Energiteknologi-AAU</p>	
<p>EUDP: Budget i alt: Afsluttes:</p>	<p>6.505.000 kr. 13.566.000 kr. 1. kvartal 2011</p>	

ENS-63011-0205



**IEA Hydrogen Implementing Agreement – deltagelse 2009**

<p>Ansvarlig: Kontakt:</p>	<p><b>Dansk Gasteknisk Center</b> Jan K. Jensen · <a href="mailto:jkj@dgc.dk">jkj@dgc.dk</a> · tlf: 40 40 46 14</p>	<p>DGC koordinerer den danske deltagelse i det internationale samarbejde inden for brintforskning, bl.a. gennem Jan K. Jensens næstformandspost i samarbejdsaftalens bestyrelse. Herudover deltager DGC i Task 18 om evaluering af integrerede systemer, mens andre danske forskere medvirker i 4 af samarbejdsaftalens øvrige Tasks.</p>
<p>Deltagere:</p>		
<p>EUDP: Budget i alt: Afsluttes:</p>	<p>248.000 kr. 496.000 kr. 1. kvartal 2010</p>	

ENS-63011-0208



**SEE-microFC - Systemanalyse af Mikro Brændselsceller (Hyco-ERA-NET projekt)**

<p>Ansvarlig: Kontakt:</p>	<p><b>Afdelingen for Systemanalyse v/Risø DTU</b> Poul Erik Morthorst · <a href="mailto:pemo@risoe.dtu.dk">pemo@risoe.dtu.dk</a> tlf: 46 77 47 66</p>	<p>I projektet gennemføres en samfundsøkonomisk og energisystemmæssig undersøgelse af, hvordan mikrokraftvarme med brændselsceller succesfuldt kan introduceres på europæiske energimarkeder. Analysen, der bl.a. omfatter driftsstrategier samt økonomiske og miljømæssige konsekvenser, inddrager også national regulering.</p>
<p>Deltagere:</p>	<p>EDF (FR), Simbiente (PT)</p>	
<p>EUDP: Budget i alt: Afsluttes:</p>	<p>1.250.000 kr. 2.452.000 kr. 4. kvartal 2010</p>	

ENS-63011-0211



**Højeffektive brændselsceller**

<p>Ansvarlig: Kontakt:</p>	<p><b>Topsøe Fuel Cell A/S</b> Claus Friis Pedersen · <a href="mailto:clfp@topsoe.dk">clfp@topsoe.dk</a> tlf: 45 27 84 85</p>	<p>3. generations metalsupporterede SOFC-brændselsceller udvikles frem mod egentlig kommerciel anvendelse, bl.a. til lastbiler, både og campingvogne samt mere generelt til APU-applikationer. Det er projektets mål gennem anvendelse af bl.a. avancerede tyndfilmsteknologier at forlænge levetiden og optimere produktionsprocessen.</p>
<p>Deltagere:</p>	<p>Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU, Teknologisk Institut, FORCE Technology</p>	
<p>HTF: Budget i alt: Afsluttes:</p>	<p>15.000.000 kr. 30.000.000 kr. 2011</p>	



### Microbial fuel cell – used in direct conversion of lignocellulosic waste to energy

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Biosystemer v/Risø DTU</b>	
Kontakt:	Anne Belinda Thomsen · <a href="mailto:abbj@risoe.dtu.dk">abbj@risoe.dtu.dk</a> · tlf: 46 77 41 64	
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.000.548 kr.	DSF · 2104-05-0003



### Safe and effective hydrogen storage

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut</b>	
Kontakt:	Jens Christiansen · <a href="mailto:jens.christiansen@teknologisk.dk">jens.christiansen@teknologisk.dk</a> · tlf: 72 20 24 98	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 2.500.000 kr.	DSF · 2104-05-0016

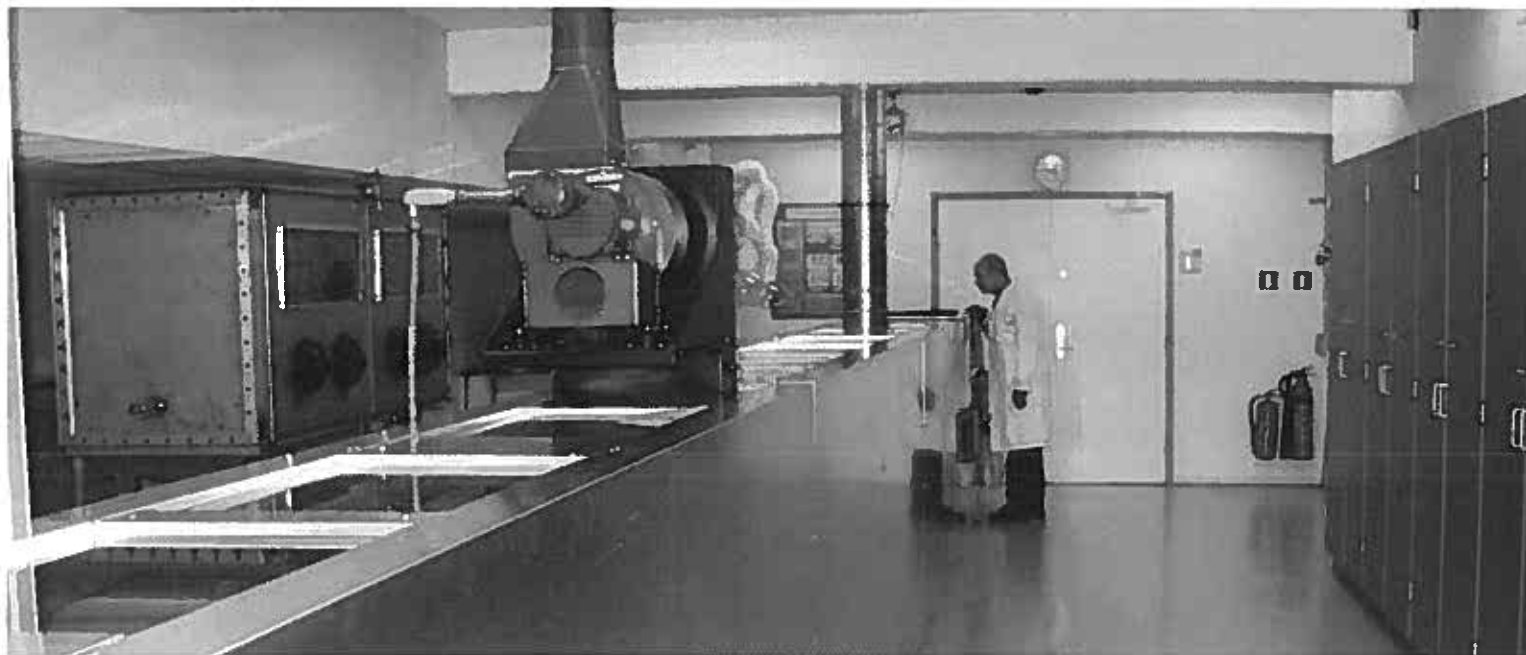


Foto: Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU



### Novel materials for hydrogen storage

Ansvarlig:	<b>Center for Interdisciplinær Nanoteknologi v/AU</b>	
Kontakt:	Flemming Besenbacher · <a href="mailto:fbe@inano.dk">fbe@inano.dk</a> · tlf: 89 42 36 04	
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 2.500.000 kr.	DSF · 2104-05-0064



### Hydrogen storage by chemisorption on carbonaceous materials

Ansvarlig:	<b>Institut for Fysik og Kemi-SDU</b>	
Kontakt:	Per Morgen · <a href="mailto:per@ifk.sdu.dk">per@ifk.sdu.dk</a> · tlf: 65 50 35 29	
Afsluttes:	3. kvartal 2011 · DSF-tilskud: 1.504.578 kr.	DSF · 2104-05-0073



### Strategic Electrochemistry Research Center (SERC)

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU</b>	
Kontakt:	Mogens Mogensen · <a href="mailto:momo@risoe.dtu.dk">momo@risoe.dtu.dk</a> · tlf: 46 77 57 26	
Afsluttes:	4. kvartal 2012 · DSF-tilskud: 25.684.830 kr.	DSF · 2104-06-0011





## Center for bæredygtigt brintkredsløb

Ansvarlig:	<b>DTU Kemi</b>
Kontakt:	Niels J. Bjerrum · <a href="mailto:NJB@kemi.dtu.dk">NJB@kemi.dtu.dk</a> · tlf: 45 25 23 07
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 14.700.000 kr. <span style="float: right;">DSF · 2104-07-0041</span>



## Hydrogen fremstilling vha. sollys

Ansvarlig:	<b>DTU Fysik</b>
Kontakt:	Ib Chorkendorff · <a href="mailto:ibchork@fysik.dtu.dk">ibchork@fysik.dtu.dk</a> · tlf: 45 25 31 70
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 2.257.896 kr. <span style="float: right;">N-INNER 2104-07-0056</span>



## Syntese og holdbarhed af CNT baserede MEA'er for PEM brændselsceller

Ansvarlig:	<b>Institut for Fysik og Kemi-SDU</b>
Kontakt:	Eivind Skou · <a href="mailto:ems@ifk.sdu.dk">ems@ifk.sdu.dk</a> · tlf: 65 50 25 40
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 1.962.310 kr. <span style="float: right;">N-INNER 2104-07-0057</span>



## Højtemperatur proton- og blandede ledere til brug i brændselsceller og H<sub>2</sub> separationsmembraner

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU</b>
Kontakt:	Nikolaos Bonanos · <a href="mailto:nibo@risoe.dtu.dk">nibo@risoe.dtu.dk</a> · tlf: 46 77 57 48
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 1.500.000 kr. <span style="float: right;">N-INNER 2104-07-0058</span>



## Center for Energimaterialer

Ansvarlig:	<b>iNANO-AU</b>
Kontakt:	Bo Brummerstedt Iversen · <a href="mailto:bo@chem.au.dk">bo@chem.au.dk</a> · tlf: 89 42 39 69
Afsluttes:	4. kvartal 2012 · DSF-tilskud: 30.000.000 kr. <span style="float: right;">DSF · 2104-07-0053</span>



## PEM stack and system development - Part II

Ansvarlig:	<b>IRD Fuel Cells A/S</b>
Kontakt:	Laila Grahl-Madsen · <a href="mailto:lgm@ird.dk">lgm@ird.dk</a> · tlf: 62 80 00 10
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 10.389.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6333</span>



## New improved polymer electrolyte membrane for PEM fuel cell

Ansvarlig:	<b>IRD Fuel Cells A/S</b>
Kontakt:	Madelaine Odgaard · <a href="mailto:mod@ird.dk">mod@ird.dk</a> · tlf: 63 63 30 00
Afsluttes:	2. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 7.039.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 6336</span>



## Brintselektiv membran

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut</b>
Kontakt:	Jens Christensen · <a href="mailto:jens.christensen@teknologisk.dk">jens.christensen@teknologisk.dk</a> · tlf: 72 20 32 00
Afsluttes:	2. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 4.000.000 kr. <span style="float: right;">ForskNG · 6766</span>



## Quantify and Improve PEM Fuel Cell Durability

Ansvarlig:	<b>IRD Fuel Cells A/S</b>
Kontakt:	Laila Grahl-Madsen · <a href="mailto:lgm@ird.dk">lgm@ird.dk</a> · tlf: 62 80 00 10
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 6.983.000 kr. <span style="float: right;">ForskEL · 7156</span>



### Development of HT-PEMFC stack for CHP unit

Ansvarlig:	<b>DTU Kemi</b>	
Kontakt:	<i>Niels J. Bjerrum · njb@kemi.dtu.dk · tlf: 45 25 23 10</i>	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.000.000 kr	ForskEL · 7328



### SOFC/TEG Hybrid System

Ansvarlig:	<b>Dantherm Power A/S</b>	
Kontakt:	<i>Paw Mortensen · pvm@dantherm.com · tlf: 96 14 37 50</i>	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.522.000 kr.	ForskEL · 7474



### Durable solid oxide electrolysis cells and stacks

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU</b>	
Kontakt:	<i>Peter V. Henriksen · pvhe@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 57 20</i>	
Afsluttes:	2. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 4.994.000 kr.	ForskEL · 10045



### Continued SOFC cell and stack development

Ansvarlig:	<b>Topsoe Fuel Cell A/S</b>	
Kontakt:	<i>Niels Christiansen · nc@topsoe.dk · tlf: 45 27 20 80</i>	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 10.532.000 kr.	ForskEL · 10049



### SOFC R&D II

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Brændselsceller og Faststofkemi v/Risø DTU</b>	
Kontakt:	<i>Mogens Mogensen · momo@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 57 30</i>	
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 12.081.000 kr	ForskEL · 10065



### HIGH PERFORMANCE MEAs

Ansvarlig:	<b>IRD Fuel Cells A/S</b>	
Kontakt:	<i>Madeleine Odgaard · mod@ird.dk · tlf: 63 63 30 30</i>	
Afsluttes:	1. kvartal 2011 · PSO-tilskud: 15.076.000 kr.	ForskEL · 10076



### Integrated HT-PEMFC and multifuel reformer for micro CHP

Ansvarlig:	<b>Institut for Energiteknik-AAU</b>	
Kontakt:	<i>Søren Knudsen Kær · skk@iet.aau.dk · tlf: 99 40 96 30</i>	
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.000.000 kr.	ForskEL · 10104



### Naturgasnettets anvendelighed til en ren brintdistribution, fase 2

Ansvarlig:	<b>Dansk Gasteknisk Center a/s</b>	
Kontakt:	<i>Henrik Iskov · dgc@dgc.dk · tlf: 45 16 96 00</i>	
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 1.369.000 kr.	ENS-33031-0053



### DMFC MEA og stak udvikling

Ansvarlig:	<b>IRD Fuel Cells A/S</b>	
Kontakt:	<i>Madeleine Odgaard · mod@ird.dk · tlf: 63 63 30 00</i>	
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 6.473.000 kr.	ENS-33032-0145



### Dansk mikrokraftvarme baseret på brændselsceller, fase 2

Ansvarlig:	<b>Danfoss A/S</b>	ENS-33033-0151
Kontakt:	Per Balslev · <a href="mailto:balslev@danfoss.com">balslev@danfoss.com</a> · tlf: 74 88 22 22	
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 21.900.000 kr.	



### Integreret HPEM metanolreformer system til nødstrøms- og transportanvendelser

Ansvarlig:	<b>Institut for Energiteknik-AAU</b>	ENS-33033-0211
Kontakt:	Søren Knudsen Kær · <a href="mailto:skk@iet.aau.dk">skk@iet.aau.dk</a> · tlf: 99 40 96 30	
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 3.500.000 kr.	



### Brændselsceller til SINE

Ansvarlig:	<b>Dantherm Power A/S</b>	ENS-33033-0253
Kontakt:	Claus Munkholm · <a href="mailto:cm@dantherm.com">cm@dantherm.com</a> · tlf: 96 14 37 00	
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 1.500.000 kr.	



### 2. generations R&D-brændselscellesystemer & storskala demonstration i nødstrøms- og nichetransport applikationer i Canada og Danmark

Ansvarlig:	<b>Dantherm Power A/S</b>	ENS-33033-0286
Kontakt:	Paw V. Mortensen · <a href="mailto:pvm@dantherm.com">pvm@dantherm.com</a> · tlf: 96 14 37 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 5.000.000 kr.	



### Dansk mikrokraftvarme baseret på brændselsceller, fase 3

Ansvarlig:	<b>Danfoss A/S</b>	ENS-33033-0333
Kontakt:	Per Balslev · <a href="mailto:balslev@danfoss.com">balslev@danfoss.com</a> · tlf: 74 88 22 22	
Afsluttes:	4. kvartal 2012 · EFP-tilskud: 28.101.000 kr.	



### Brændselsceller med høj ydeevne

Ansvarlig:	<b>Topsoe Fuel Cell A/S</b>	
Kontakt:	Niels Christiansen · <a href="mailto:nc@topsoe.dk">nc@topsoe.dk</a> · tlf: 45 27 20 85	
Afsluttes:	2009 · HTF-tilskud: 30.000.000 kr.	



### Gaffeltrucks først med brint i tanken

Ansvarlig:	<b>H2 Logic A/S</b>	
Kontakt:	Jacob Hansen · <a href="mailto:jh@h2logic.com">jh@h2logic.com</a> · tlf: 28 71 89 45	
Afsluttes:	2012 · HTF-tilskud: 7.000.000 kr.	



### New electrode materials for hydrogen production

Ansvarlig:	<b>DTU Fysik · Ib Chorkendorff · tlf: 45 25 31 70</b>	<i>Afsluttet 3. kvartal 2008</i>
Tilskud:	3.600.000 kr.	
Resultat:	Projektet skulle finde nye elektrodematerialer til hydrogenudvikling, som kan erstatte det kostbare og sjældent forekommende platin, der normalt bruges i PEM-brændselsceller. Det lykkedes at demonstrere, at nanopartikler af Molybdænsulfid er særdeles aktive. Det blev bevist, at kun kantatomerne er aktive, og at det er ønskeligt at gøre disse lidt mere reaktive. En række nye materialer blev fremstillet, hvoraf flere var bedre end de først fremstillede. Projektet har demonstreret, at nye billige uorganiske materialer findes, og at der gennem yderligere udvikling er mulighed for at erstatte de kostbare platin-metaller.	

DSF · 2104-04-0011



### Dry, intrinsic proton conducting membranes for fuel cells

Ansvarlig:	<b>DTU Kemi · Niels J. Bjerrum · tlf: 45 25 23 07</b>	<i>Afsluttet 4. kvartal 2008</i>
Tilskud:	4.000.000 kr.	
Resultat:	I forbindelse med projektet er der blevet udviklet nye koncepter til fremstilling af protonledende polymer membran brændselsceller beregnet til at fungere i et bredt temperaturinterval over 100°C. Nye supersyrer er blevet syntetiseret og nye polymernetværker er blevet udviklet. I forbindelse med en række ioniske væsker er der opnået en forøgelse af protonledningsevne på op til 100 gange ved tilsætning af de nye supersyrer. Forskellige teknikker er blevet undersøgt med henblik på at immobilisere både syrer og ioniske væsker i et polymernetværk. Yderligere karakterisering og udforskning af disse dopede netværk er planlagt.	

DSF · 2104-05-0026



### Environmental and Health Impact Assessment of Scenarios for Renewable Energy Systems with Hydrogen (HYSCENE)

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Atmosfærisk Miljø v/DMU-AU · Steen Solvang Jensen · tlf: 46 30 12 81</b>	<i>Afsluttet 4. kvartal 2008</i>
Tilskud:	2.000.000 kr.	
Resultat:	Projektet har øget forståelsen for miljø- og sundhedsmæssige gevinster samt belastninger ved et vedvarende energisystem, hvor brint udgør et væsentligt element i transportsektoren frem mod 2050. I atmosfæren kan øget brintudslip øge drivhuseffekten, mens begrænsning af transportsektorens luftforurening giver miljø- og sundhedsmæssige gevinster. Anvendelse af biomasse i et vedvarende energisystem bidrager negativt til sundhedsbelastningen med den nuværende teknologi. Endvidere har projektet belyst værdisætning af ændringer i dødsrisikoen samt sociologiske aspekter ved introduktion af brint. Projektets hjemmeside: <a href="http://hyscene.dmu.dk">http://hyscene.dmu.dk</a>	

DSF · 2104-05-0081



### Development of more efficient and cheaper MEA's for PEM fuel cells

Ansvarlig:	<b>DTU Kemi · Niels J Bjerrum · tlf: 45 25 23 10</b>	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	5.131.000 kr.	
Resultat:	MEA'en er den nøglekomponent, der udgør den største omkostning og dominerer performance og levetid af det samlede system. Projektet har fokuseret på udvikling af grundlæggende materialer og teknologier til forbedring af MEA'er. Et resultat af projektet er, at der er fremstillet højtydende MEA'er med et aktivt areal på 256 cm <sup>2</sup> . Der er opnået store forbedringer af ydelse og reproducerbarhed. Samtidig er der udviklet forskellige teknikker til karakterisering af de udviklede materialer og teknologier.	

ForskEL · 5728



### Development and Durability Assessment of Solid Oxide Fuel Cell Stacks

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for brændselsceller og faststofkemi v/Risø-DTU · Peter Vang Henriksen · tlf: 46 77 57 20</b>	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	9.487.000 kr.	
Resultat:	Projektets mål var at videreudvikle stakteknologi til fastoxid brændselscellestakke ("SOFC"). En række forbedrede stakkekomponenter er udviklet og afprøvet, herunder forbedrede glasforseglinger og samt beskyttende belægninger til "interconnect" plader. Belægningerne er afprøvet over testforløb strækende sig over flere tusinde timer med lav degraderingsrate (~1 % per 1000 timer). Stakke med brændselsceller baseret på LSCF-katoder er demonstreret med god elektrisk ydelse. Endelig er der udviklet forseglingsmaterialer til brug sammen med den næste generation af metalbårne fastoxid brændselsceller.	

ForskEL · 6342



### Continued maturation of SOFC cell production technology and development and demonstration of SOFC stacks

ForskEL · 6385

Ansvarlig:	<b>Topsoe Fuel Cell A/S · Niels Christiansen · tlf: 45 27 20 85</b>	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	19.016.000 kr.	
Resultat:	Formålet med projektet var at udvikle stakmaterialer, komponenter og stakteknologi inklusive industrielt relevante fremstillingsmetoder. Desuden skulle projektet inkludere test og demonstration af stakke under relevante driftsbetingelser. I projektet blev der lavet større forbedringer af fremstillingsmetoder og stakdesign. To test og demonstrationsaktiviteter var inkluderet. Den første testenhed blev etableret på H.C. Ørsted Værket på Københavns havnefront med henblik på at teste SOFC stakke. Den anden demonstrationsenhed er alpha prototype demonstrationen i et system, der kører på naturgas i Finland.	



### SOFC R&D

ForskEL · 7124

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for brændselsceller og faststofkemi v/Risø-DTU · Mogens Mogensen · tlf: 46 77 57 30</b>	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	10.000.000 kr.	
Resultat:	I projektet er der opnået betydelige forbedringer af elektroder og celler og ny indsigt er opnået. De elektrokemiske processer samt elektrode og grænsefladestrukturer (inklusive langtidsgradning over 1500 timer) blev studeret på SOFC fremstillet af forskellige elektrolytter og elektroder. Kinetikken blev modelleret ved hjælp af en mikrostrukturbaseret model, der blev "kalibreret" mod eksperimentelle resultater. Forventningen om at opnå en ASR (Area Specifik Resistance) på 0.3 Ω/cm <sup>2</sup> ved 700° C blev indfriet.	



### Continued research, development and test of the SOFC technology

ForskEL · 7196

Ansvarlig:	<b>Topsoe Fuel Cell A/S · Niels Christiansen · tlf: 45 27 20 85</b>	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	13.000.000 kr.	
Resultat:	Projektet er et af kerneprojekterne i det danske SOFC program. Formålet med projektet var at fortsætte udvikling af SOFC celle- og stakteknologi og reducere produktionsomkostningerne med henblik på at opfylde ydeevne og økonomiske mål specificeret i SOFC road map'en. Hovedresultaterne fra projektet er: 1. Succesfuld udvikling af større celler ved et areal på 500 cm <sup>2</sup> . 2. Succesfuld udvikling og test af en 3 kWe stak baseret på ny teknologi. 3. Planlægning af en > 8000 timer stak test med den nye stakteknologi. Denne test vil blive rapporteret i projekt 10049, som er en fortsættelse af aktiviteterne i 7196.	



### Udvikling af lette materialer til brintlagring

ENS-33031-0098

Ansvarlig:	<b>DTU Kemi · Niels J. Bjerrum · tlf: 45 25 23 07</b>	<i>Afsluttet 4. kvartal 2008</i>
Tilskud:	3.000.000 kr.	
Resultat:	I projektet er der indledningsvis gennemført internationale litteraturstudier om lette hydridler, især alanater og amider. Desuden er der opbygget en højtryks-mikrovægt i en handskeboks specialiseret til at karakterisere materialer til brintlagring, som også kan bruges i fremtidig forskning på området. Undersøgelse af forskellige lette materialer har vist et stort potentiale i kombinerede systemer af LiBH <sub>4</sub> og NaAlH <sub>4</sub> samt af de nye Li-Si-N systemer. Samarbejdet mellem DTU Kemi og Risø DTU er styrket under projektet og har ført til nye forskningsaktiviteter, bl.a. i Nordisk Energiforskning og inden for HyFC-forskerskolen.	



### CanDan UPS og NT Brændselscelle Systemudvikling and Pilot Test

ENS-33032-0208

Ansvarlig:	<b>Dantherm Air Handling A/S · Paw V. Mortensen · tlf: 96 14 37 00</b>	<i>Afsluttet 1. kvartal 2009</i>
Tilskud:	6.500.000 kr.	
Resultat:	I det dansk-canadiske samarbejde har Dantherm Power udviklet et fuldt integreret UPS-system, baseret på canadiske Ballards luftkølede LTPEM-brændselsceller. 11 UPS-anlæg er installeret til støtte for EnergiMidts bredbåndsnet. H2 Logic har udviklet to typer brændselscellesystemer til nichetransport (NT) og installeret dem i syv specialkøretøjer. Vestforsyning har åbnet 6 brinttankstationer under projektet. Institut for Energiteknologi-AAU har udviklet et Labview-baseret system, som kan karakterisere brændselscellers behov for befugtning ved hjælp af Elektrokemisk Impedans Spektroskopi. Samarbejdet fortsætter med 2. generations FC-systemer i ENS-33033-0333.	



**SOFC - Fremstilling af stakke til test- og demonstrationsrelaterede aktiviteter, stak- og systemtests samt identifikation af slutbrugerkrav**

Ansvarlig:  
Tilskud:  
Resultat:

**Topsoe Fuel Cell A/S** · Joachim Jacobsen · tlf: 45 27 20 00

4.500.000 kr.

Afsluttet 4. kvartal 2008

I projektet er etableret en udvidet testfacilitet til test af større moduler med SOFC-cellestakke med brændselsgasser som fx afsvovlet pre-reformeret naturgas under realistiske belastningssituationer. Der er fremstillet 70 kW cellestakke til demonstrationformål. 10 kW testfaciliteten på H.C. Ørstedværket er sat i drift i foråret 2009 og vil blive et vigtigt center for test af nye SOFC-stakke og stakmoduler i takt med, at disse udvikles frem mod demonstrationsniveau. En 20 kW Alpha enhed, der er etableret i et samarbejde mellem Topsoe Fuel Cell og Wärtsila, bliver også et vigtigt element i det fremtidige arbejde med multistak moduler.

ENS-33033-0050



**Udvikling af billigere og forbedret processer til fremstilling af MEA og bipolær plader**

Ansvarlig:  
Tilskud:  
Resultat:

**IRD Fuel Cells A/S** · Madelaine Odgaard · tlf: 63 63 30 00

6.283.000 kr.

Afsluttet 3. kvartal 2008

Projektet har fokuseret på udvikling af to vigtige komponenter til PEM-brændselsceller: MEA-lamineringsproces baseret på pulvercoating og støbning af bipolær plader af grafitkompositter. Der er fastlagt ydelser for MEA'er, og de fremstillede MEA'er har under test vist sig at være tæt på disse krav. Der er udvalgt materialer og sammensætninger til kompressionsstøbning af bipolære plader, og en støbeform er designet og fremstillet. De producerede bipolære plader lever op til de fastlagte krav. Evaluering af støbningsprocessen viser, at den er økonomisk rentabel i forhold til kommercielle produkter. Produktionslinien og processerne optimeres i EUDP-projekt ENS-63011-0068.

ENS-33033-0096



**Produktion af celler og stakke til SOFC udvikling, test og demonstrationsprojekter og til SOFC hotbox designudvikling, fase 1**

Ansvarlig:  
Tilskud:  
Resultat:

**Topsoe Fuel Cell A/S** · Søren Primdahl · tlf: 45 27 00 00

3.710.000 kr.

Afsluttet 3. kvartal 2008

Der er i dette projekt arbejdet med tre områder inden for udvikling af SOFC-brændselsceller: 1. Fremstilling af celler for at opnå tekniske forbedringer og øget pålidelighed samt lavere produktionsomkostninger gennem kapacitetsforøgelse. 2. Fremstilling og test af stakke på H.C. Ørstedværket og 3. design, fremstilling og test af prototype på hotbox design. Der er produceret det forventede antal celler og stakke og opnået bedre resultater end forventet under design, konstruktion og indledende test af en methanolbaseret prototype hotbox. Arbejdet med at optimere stak-system grænsefladen fortsætter i EUDP-projekt ENS-63011-0029.

ENS-33033-0235



**Deltagelse i IEA Hydrogen Implementing Agreement, Task 22 "Fundamental and applied hydrogen storage materials development" og Task 24 "Wind Energy and Hydrogen Integration"**

Ansvarlig:  
Tilskud:  
Resultat:

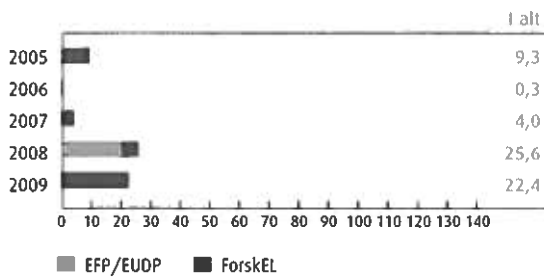
**Afdelingen for Materialeforskning v/Risø DTU** · Allan Schrøder Pedersen · tlf: 46 77 57 05

118.000 kr.

Afsluttet 1. kvartal 2009

Den danske deltagelse i samarbejdsaftalen har omfattet to Tasks: Inden for materialer til brintlagring har Risø DTU medvirket i et projekt, der kombinerer storskala computersimuleringer med røntgen og neutronspreddning for på denne måde at forbedre hastigheden for ab- og desorption af brint fra faste stoffer. Task 22-website: [www.hydrogenstorage.org](http://www.hydrogenstorage.org). I Task 24 om integration af vind og brintteknologi arbejdes i fire subtasks, hvis arbejde kan følges på website: [task24hydrogenaragon.org](http://task24hydrogenaragon.org). Samarbejdet har bl.a. ført til en fælles dansk, spansk, tysk og schweizisk ansøgning til EU's JTI-Hydrogen and Fuel Cell, hvis udfald ventes afgjort i løbet af 2009.

ENS-33033-0239



## Første danske bølgekraftanlæg på vej til demonstrationsdrift i Nordsøen

I de seneste år har bølgekraft været inde i en positiv udvikling i Danmark, hvor der er et stort potentiale for elproduktion fra bølgeenergi. Ifølge den nationale F&U-strategi for bølgekraft, der blev udgivet i 2005 i et samarbejde mellem bl.a. de systemansvarlige elskaber (i dag Energinet.dk), Energistyrelsen og Bølgekraftforeningen, svarer det teoretisk maksimale potentiale næsten til hele det aktuelle danske elforbrug. Men der skal endnu overvindes store produktionstekniske og sikkerhedsmæssige udfordringer, før bølgekraft kan bidrage væsentligt til den danske elforsyning.

Den danske teknologiudvikling inden for bølgekraft fik i midten af 1990'erne et løft med det nationale bølgekraftprogram, der frem til 2001 gjorde det muligt at teste op til en halv snes koncepter i skala 1:40 i Aalborg Universitets afprøvningsfaciliteter. Af disse oprindelige koncepter er to nået frem til 1:10 skala afprøvning i Nissum Bredning - Wave Dragon og Wave Star Energy - hvoraf den sidste har produceret el til nettet i over 20.000 timer.

I de senere år har Energinet.dk givet støtte til udvikling og småskala test af et par nye koncepter - LEANCON Wave Energy og Bølgevingen/Crestwing - mens udviklingen af endnu et par koncepter - Floating Power Plants Poseidon, Waveplane og DEXA - foreløbig har været baseret på privat risikovillig kapital.

### Teknologiudvikling gennem fire faser

Den nationale F&U-strategi har anbefalet de offentligt finansierede energiforskningsprogrammer at koncentrere deres indsats om tre hovedopgaver:

- Understøtte og videreføre forskning, udvikling og demonstration inden for anlægstyper, der allerede er igangsat, og som på grundlag af et vist udviklingsstadium kan udvise et teknisk og økonomisk potentiale,
- Igangsætte forskning og udvikling af nye anlægstyper med et teknisk, drifts- og anlægsøkonomisk potentiale, og

- Vurdere konkrete offshore lokaliseringsmuligheder i Danmark, vurdere teknologiske løsninger for fx sikker forankring og at afklare indpasning af el produceret af bølgekraftanlæg i det danske elsystem.

Da bølger dannes af vind, vil der være korrelation mellem produktion fra bølgekraft og vindkraft. Imidlertid vil bølgekraftproduktionen være faseforskudt i forhold til vindproduktionen. Bølgerne bygges langsomt op, når vinden vokser i styrke og dør langsomt ud, når vinden har lagt sig. Kombinationen af bølger og vind vil udgøre en mere stabil produktionsmulighed end vindkraft alene. Der vil dog stadig være behov for "back-up-power" både for vindkraft og bølgekraft. Dertil kommer, at produktionen fra bølgekraft vil være større om vinteren end om sommeren, hvilket giver en god korrelation med elforbruget, der også er højest på denne årstid.

Et bølgekraftkoncept skal typisk gennemløbe fire faser fra ide til fuldskala demonstration. I den første fase skal konceptet beskrives, og dets innovative fortrin beskrives. Der gennemføres fysiske tests af udvalgte løsninger på forskningsinstitutioner, og anlæggets fremtidige produktionsomkostninger vurderes.

I den næste fase gennemføres test af småskala modeller 1:40, hvor konceptet som helhed evalueres i forhold til energiproduktion (effektkurve), produktionsomkostninger, overlevelsessevne etc. Testen gennemføres inklusiv en mekanisk eller elektrisk Power Take Off (PTO), der sikrer en aftapning af energi. 1:40-modellen optimeres gennem nye laboratorieforsøg, der udføres numerisk modellering, og produktionsestimater bliver mere realistiske.

Den tredje fase indeholder detailprojektering af et 1:10 skala anlæg med ægte PTO, og resultater fra laboratorieforsøg søges verificeret gennem nettilsluttet drift i fx Nissum Bredning. Anlæggets forventede produktivitet og rentabilitet dokumenteres.

I den afsluttende fase udvikles og demonstreres en 1:2 eller 1:1 prototype, hvor projektgruppen skal dokumentere konceptets driftssikkerhed og fremtidige rentabilitet. De første faser vil normalt kunne støttes af ForskEL, mens EUDP og ForskVE normalt leverer hovedparten af den offentlige støtte i den afsluttende fase. Omkostningerne øges betragteligt fra fase til fase, og i den afsluttende fase forventes der en betydelig medfinansiering fra projektgruppen eller dens eksterne investorer.

### Første demonstrationsanlæg i Nordsøen

Energinet.dk har inden for de senere år støttet opskaleringsprojekter for Wave Dragon og Wave Star Energy og givet udviklingsstøtte til LEANCON Wave Energy og Bølgevingen. Med de seneste bevillinger fra EUDP, ForskEL og ForskVE har Wave Star Energy fået mulighed for at teste en 1:2 bølgekræftmaskine på 500 kW. EUDP har støttet demonstrationsprojektet med knap 20 mio. kr. ud af et samlet budget på knap 62 mio. kr.

Første fase af demonstrationsprojektet går ud på at opføre en 110 kW testmaskine, hvor nøglekomponenterne er i samme størrelse som 1:2 skala maskinen for at kunne teste konstruktionen under så realistiske driftsbetingelser som muligt. Denne "forkortede" maskine etableres i Nordsøen ved virksomhedens udviklings- og testcenter i Hanstholm ved Roshage Mole. Efter tilfredsstillende resultater vil virksomheden derefter opføre 500 kW maskinen i tilknytning til havvindmølleparken Horns Rev 2.

ForskEL har ydet støtte til udvikling af testmaskinen og støtter også virksomhedens arbejde med at optimere produktionen gennem avanceret styring af modtrykket i hydrauliksystemet. ForskVE giver et tidsbegrænset tillæg til Wave Star Energys elproduktionspris, både fra testmaskinen ved Roshage Mole og fra 500 kW maskinen ved Horns Rev 2. Elproduktionstillægget udgør i alt 17 mio. kr. af ForskVE's samlede ramme på 50 mio. kr. for 2008 og 2009.

Wave Star Energy har kunnet få støtte fra både EUDP og ForskVE, fordi virksomheden i sin forretningsplan har anvist en overbevisende vej til kommercialisering. Virksomheden satser på at markedsføre sin 500 kW maskine globalt, så snart den kan bruge en kontinuert drift ved Horns Rev 2 som reference, og vil først sætse på yderligere opskalering til 6 MW (1:1-modellen), når salget af 500 kW maskinen har genereret tilstrækkelige indtægter til at medfinansiere opskaleringen.

Wave Dragon har udover ForskEL også fået støtte fra EU's energiforskningsprogram til sin 1:4,5 maskine på 20 kW i Nissum Bredning samt støtte til det indledende arbejde med at opskalere til et fuldskala demonstrationsanlæg på 7 MW. Det var Wave Dra-

gons strategi at få dette anlæg demonstreret på en lokalitet ud for Wales i et projekt med EU-støtte på 25 mio. EUR, men det er ikke lykkedes for virksomheden at skaffe den nødvendige medfinansiering, og dette projekt har derfor måttet opgives i denne omgang. I stedet satser Wave Dragon nu på at kunne demonstrere sit koncept i en 1:2 model.



Illustration: Wave Star Energy

### Nye lovende koncepter

Mens Wave Star Energy og Wave Dragon opererer i demonstrationsfasen eller forberedelsen til den, er flere nye lovende koncepter undervejs, bl.a. med støtte fra ForskEL. LEANCON Wave Energy har fået støtte til at teste en 1:40 model i Aalborg Universitets testfacilitet og til at designe en 1:10 model. Blandt sine seneste projektbevillinger har ForskEL støttet projekteringen af en 1:10 model og design af en 1:4 model. LEANCON satser på at kunne søsætte sin 1:10 maskine i efteråret 2009.

Et andet koncept, der har fået støtte fra ForskEL, er Crestwing/Bølgevingen, hvis skala 1:30 har vist meget lovende resultater under 325 tests hos Aalborg Universitet. Konceptet betragtes som særligt lovende, fordi konstruktionen betyder, at maskinens høje effektivitet på 40-50 % kan fastholdes, selv når maskinen opføres af lette materialer, der reducerer anlægskostningerne. Bølgevingens fuldskala maskine vil få en effekt på 1 MW og vil måle 18 x 80 meter. Virksomheden satser på, at dens 1:10 maskine kan begynde at producere el til nettet inden udgangen af 2009.





### Advanced Wave Energy Converter II

ForskEL · 10232

**Ansvarlig:** **LEANCON Wave Energy**  
**Kontakt:** Kurt Due Rasmussen · [kdr@leancon.dk](mailto:kdr@leancon.dk)  
tlf: 75 50 57 62  
**Deltagere:** Fiberline, Dansk Komposit Teknik, Institut for Maskinteknik-AAU, Sektionen for Vand og Jord-AAU, DONG Energy  
**PSO:** 2.373.000 kr.  
**Budget i alt:** 3.959.000 kr.  
**Afsluttes:** 3. kvartal 2010

Projektet har til formål at konstruere en 24 meter lang skala 1:10 udgave af en Leancon bølgekraftmaskine, der udnytter de luftstrømme, der skabes, når bølgen bevæger sig op og ned i et rør. Udviklingen er baseret på et afsluttet ForskEL projekt med test af en 1:40 maskine i bølgetank.



### Optimisation af kWh production and reliability of WSE unit

ForskEL · 10239

**Ansvarlig:** **Wave Star Energy A/S**  
**Kontakt:** Per Resen Steenstrup  
[prs@wavestarenergy.com](mailto:prs@wavestarenergy.com) · tlf: 39 40 46 96  
**Deltagere:** Svend Ole Hansen ApS, Benny Petersen Industri, Sauer Danfoss, Yacht Design, Sektionen for Vand og Jord-AAU, Jens Vulff ApS  
**PSO:** 5.000.000 kr.  
**Budget i alt:** 5.000.000 kr.  
**Afsluttes:** 1. kvartal 2010

Formålet med projektet er at optimere produktionen fra Wave Star bølgemaskinen i irregulære bølger gennem en avanceret styring af modtrykket i hydrauliksystemet på hver enkelt flyder. Systemet udvikles på de to testflydere på Roshage Mole for senere at kunne implementeres på 500 kW maskinen med 40 flydere.



### Grid connection of the Roshage test section of Wave Star

ForskVE · 10305

**Ansvarlig:** **Wave Star Energy A/S**  
**Kontakt:** Per Resen Steenstrup  
[prs@wavestarenergy.com](mailto:prs@wavestarenergy.com) · tlf: 39 40 46 96  
**Deltagere:** Svend Ole Hansen ApS, Benny Petersen Industri, Sauer Danfoss, Yacht Design, Sektionen for Vand og Jord-AAU  
**PSO:** 2.000.000 kr.  
**Budget i alt:** 3.000.000 kr.  
**Afsluttes:** 1. kvartal 2010

Nettilslutning og optimering af elproduktion fra Wave Star testanlægget ved Roshage Mole. Støtten gives som et tidsbegrænset tillæg til elprisen, og formålet med projektet er at demonstrere pålidelig elproduktion fra bølgekraft.



### Grid connection of the Horns Rev 500 kW system

ForskVE · 10306

**Ansvarlig:** **Wave Star Energy A/S**  
**Kontakt:** Per Resen Steenstrup  
[prs@wavestarenergy.com](mailto:prs@wavestarenergy.com) · tlf: 39 40 46 96  
**Deltagere:** Svend Ole Hansen ApS, Benny Petersen Industri, Sauer Danfoss, Yacht Design, Sektionen for Vand og Jord-AAU  
**PSO:** 15.000.000 kr.  
**Budget i alt:** 15.000.000 kr.  
**Afsluttes:** 1. kvartal 2012

Nettilslutning og optimering af elproduktion fra en 500 kW Wave Star bølgekraftmaskine placeret ved Horns Rev. Projektet er tæt knyttet til ForskEL-projektet 10239, Opnås den forventede produktion fra testanlægget ved Roshage Mole, vil resultater kunne overføres og skaleres til 500 kW maskinen.



### Wave Star Energy, C5, 500 kW demonstrator til Nordsøen

ENS-63011-0067

**Ansvarlig:** **Wave Star Energy A/S**  
**Kontakt:** Per Resen Steenstrup  
[info@wavestarenergy.com](mailto:info@wavestarenergy.com) · tlf: 39 40 46 96  
**Deltagere:** Benny Petersens Industriservice ApS, Jens Vulff ApS, El-Kas A/S, Sauer-Danfoss A/S, Aalborg Universitet, DONG Energy  
**EUDP:** 19.999.000 kr.  
**Budget i alt:** 61.997.000 kr.  
**Afsluttes:** 3. kvartal 2010

Wave Star projekterer og opfører en 500 kW bølgekraftmaskine, der først testes i nærheden af selskabets udviklingscenter ved Hanstholm og efter tilfredsstillende forsøgsdrift flyttes til en placering ved havvindmølleparken Horns Rev II, hvor maskinen skal køre i ubemandet døgndrift som optakt til en kommerciel serieproduktion