

EUBIONET III: International handel med biomasse

Det overordnede formål med EUBIONET III har været at fremme grundlaget for international handel med biomasse. Det er gjort ved at identificere problemstillinger og barrierer samt udpege løsninger til, hvordan de kan overvindes.



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Projektet er en fortsættelse af EUBIONET II, der blev afviklet fra januar 2005 til december 2007. Projektet er gennemført i regi af Intelligent Energy Europe med tilskud fra EUDP til de danske aktiviteter samt egenfinansiering fra projektets partnere.

De væsentligste resultater kan sammenfattes således:

- Der er i projektet beregnet et årligt biomassepotentiale i EU svarende til 157 millioner tons olieækvivalenter. Heraf udnyttes i dag cirka 48 procent.
- Det er undersøgt, hvilke barrierer der er de vigtigste hindringer for øget handel med biomasse.
- Der er gennemført en undersøgelse over nationale og internationale ordninger for bæredygtighedskriterier inden for biomasse. Her blev der registreret i alt 44 ordninger, hvilket illustrerer, at der er et betydeligt behov for at samordne tiltagene for at fremme den internationale handel.
- Der er registreret ikke mindre end 54 "nye" agroindustrielle restprodukter, som potentielt kan bidrage med 7,2 millioner tons olieækvivalenter om året. De største potentialer er olivenaffald og kornafrens.
- Der er gennemført 32 case-studies, hvor biomasse erstatter fossile brændsler til opvarmning i mindre anlæg.
- Der er foretaget en undersøgelse af konkurrenceforholdet mellem skovindustrien og bioenergisektoren.

Titel:	EUBIONET III: Løsninger rettet mod begrænsninger for biomassemarkedet og mod tilgængeligheden af biomasseråvarer
Kontakt:	Teknologisk Institut, Jørgen Hinge ✉ jorgen.hinge@teknologisk.dk, ☎ 7220 1324
Sagsnr.:	ENS 63011-0114
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	797.000 kroner

Road map for elektrolyse med SOEC brændselsceller

Med SOEC teknologien vil vindmøllestrøm kunne omdannes til lagerstabile brændsler, og biogas vil kunne opgraderes til ren metan og distribueres via naturgasnettet. Om få år kan de første demonstrationsanlæg etableres, og de første anlæg være klar til markedet i perioden 2014-2017, mens en mere massiv markedsintroduktion forventes i perioden 2018-2020.

SOEC står for Solid Oxide Electrolyser Cell, og er i princippet det samme som en SOFC brændselscelle, hvor processen er vendt om, så man i stedet for at producere strøm bruger cellen til elektrolyse. På den måde kan strøm fra vindmøller og kuldioxid fra kraftværkerne omdannes til lagerstabile brændsler i form af syntesegas, der består af brint og kulilte. Brinten kan efterfølgende bruges til drift af brændselsceller, og gassen kan ved hjælp af moderne katalysatorteknologi omdannes til syntetiske brændstoffer som benzin og diesel.

Men SOEC brændselsceller kan også bruges til opgradering af biogas. I stedet for at bruge kuldioxid fra kraftværkerne kan man udnytte de cirka 40 procent af biogassen, som består af CO₂. Derved får man både løst problemet med overskydende vindmøllestrøm, og man får opgraderet biogassen til rent metan, så den kan distribueres via naturgasnettet.

I nærværende projekt er der dels udarbejdet en roadmap for SOEC elektrolyse, dels arbejdet med videreudvikling af brændselscellerne med henblik på at forbedre holdbarheden.

SOEC teknologien befinder sig fortsat på et tidligt stadium, men det forventes, at der vil ske en betydelig udvikling i de kommende år. I projektet er der derfor blevet udarbejdet en plan for, hvordan SOEC baseret elektrolyse kan blive introduceret til markedet i år 2020. Følges planen vil de første anlæg med brint til transport kunne introduceres i 2014 – 2017, og her vil det også være muligt at etablere de første demonstrationsanlæg til opgradering af biogas. I 2020 forventes de første anlæg til fremstilling af syntetiske brændsler at se dagens lys, og opgraderingsanlæg til biogas vil være klar til markedet.

I bestræbelser på at modne teknologien er der i projektet blevet fokuseret på at undersøge og forbedre:

- holdbarheden af SOEC i industrielle anlæg
- stakke af SOEC i pilotanlæg, hvor driftsbetingelserne er knapt så krævende som i industrielle anlæg
- videreudvikling af computermodeller på Risø DTU og hos Topsoe Fuel Cell.

Resultaterne fra projektet viser, at otte ud af ni milepæle, som blev opstillet i starten af projektet blev nået. Den sidste milepæl betragtes dog stadig som relevant, og det anbefales, at den bliver behandlet i et fremtidigt projekt.

Titel:	planSOEC – forsknings, udviklings og kommerci- aliserings road map for SOEC elektrolyse
Kontakt:	Topsoe Fuel Cell A/S, Helge Holm-Larsen, ✉ hhl@topsoe.dk, ☎ 4527 2168
Sagsnr.:	ForskEL 10432
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	2.000.000 kroner

Center for bæredygtigt brintkredsløb

Siden 2008 har Center for bæredygtigt brintkredsløb arbejdet på at forbedre og effektivisere fremstillingen af brint via elektrolyse. Projektet har især fokuseret på udvikling af nye materialer, som er en forudsætning for at få udbredt teknologien i større skala.

Alle langsigtede visioner om at bruge brint i energiforsyningen omfatter elektrolyse, hvor vand spaltes til ilt og brint ved at tilføre el fra vindmøller og solceller. Der kan enten være tale om elektrolyse af vand mellem to elektroder eller om fotokatalyse, hvor vandet spaltes til brint og ilt ved en kombination af sollys og elektricitet, ligeledes ved anvendelse af elektroder.

Desværre er effektiviteten ved elektrolyse temmelig lav, da der er et betydeligt energitab ved udviklingen af ilt på den ene elektrode. Projektet har derfor fokuseret på at designe og teste nye materialer til elektroden, og har i den forbindelse involveret forskergrupper med forskellige specialer, ligesom industrien har deltaget i test og evalueringen af de nye materialer.

Aktiviteterne har taget udgangspunkt i teknikken kendt fra polymerbrændselsceller (PEM), men der er også arbejdet med andre aspekter af teknikken. Elektrolysen kan i princippet effektiviseres betydeligt ved at hæve arbejdstemperaturen, men det stiller større krav til materialernes holdbarhed. I den forbindelse er der blandt andet blevet udviklet et nyt materiale i form af stålfilt belagt med tantal, der er kendt for at være modstandsdygtig over for korrosion.

Der er arbejdet med vandelegrolyse, især som dampelegrolyse, men der er også udført mere traditionel elektrolyse på flydende vand. Ved dampelegrolyse med forhøjede temperaturer har doping af membranerne med fosforsyre været et vigtigt element, for at de kunne opretholde deres ionledende egenskaber.

Et vigtigt aspekt er nye elektrokatalytiske materialer, som vil kunne erstatte eller reducere den nødvendige mængde af henholdsvis platin og Iridiumoxid, der normalt benyttes i elektroderne ved PEM vandelegrolyse. I den forbindelse er der udført teoretiske beregninger af forskellige materialetyper, ligesom der er demonstreret en betydelig forøget katalytisk aktivitet af nye legeringer af platin og andre metaller. Med hensyn til fotokatalyse er processen blevet forbedret med udvikling af en manganbaseret katalysator.

IRD Fuel Cells har opbygget et testanlæg baseret på PEM teknologien med tilhørende måleudstyr og udfører nu langtids-tests af systemets effektivitet og ydeevne.

Titel:	Center for bæredygtigt brintkredsløb
Kontakt:	DTU Kemi, Erik Christensen, ✉ erc@kemi.dtu.dk, ☎ 4525 2306
Sagsnr.:	ENMI 2104-07-0041
Tilskud fra:	DSF
Tilskud:	14.700.000 kroner
www:	hycycle.dk

Udvikling af PEM brændselsceller

Udviklingen af PEM brændselsceller skrider planmæssigt frem. I projektet er det lykkedes at reducere produktionsomkostningerne markant, og prisudviklingen følger dermed målsætningen i den danske nationale strategi for området.

Udviklingen af stakke af PEM brændselsceller til et kommercielt produkt kræver ikke blot de rigtige materialer og komponenter. Det er også nødvendigt at udvikle proces teknologier og finde de rigtige materialesammensætninger. Kun derved kan omkostningerne bringes tilstrækkeligt langt ned og stakkene opnå den kvalitet, som er nødvendig for en egentlig masseproduktion.

I projektet er der udviklet en forsøgsproduktionslinie koncentreret omkring de såkaldte MEA'er, der er hjertet i brændselscellen og flowpladerne, der skal sikre en korrekt fordeling af brint og strøm gennem stakken.

Den udviklede fremstillingsproces til MEA'er er baseret på et pulverlakeringsprincip, hvor de to elektroder sprøjtes på membranen med stor nøjagtighed i en kontinuert proces. Processen til fremstilling af flowpladerne er baseret på trykstøbning af en højtledende grafitkomposit. Grafitkompositpladerne støbes med et fint mønster af kanaler, der sikrer forsyningen af brint til den enkelte MEA og den elektriske strøm gennem stakken. De tynde plader fremstilles i en meget ensartet tykkelse som krævet. Pladerne udstyres med en fleksibel, tæt og bestandig pakning, der ligeledes er udviklet i projektet.

De nye processer har reduceret produktionsomkostningerne væsentlig. Eksempelvis er prisen for en flowplade reduceret til en tiendedel af prisen, før projektet blev påbegyndt. Prisudviklingen følger dermed målsætningen i den danske nationale strategi for udvikling af PEM brændselsceller.



Foto: IRD Fuel Cells

Anlæg til pulverlakering af MEA'er hos IRD Fuel Cells.

Titel:	Udvikling af omkostningseffektive og højtydende MEA- og bipolærpladeprocesser
Kontakt:	IRD Fuel Cells A/S, Steen Yde-Andersen, ✉ sya@ird.dk, ☎ 6363 3014
Sagsnr.:	ENS 63011-0068
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	5.000.000 kroner

Bioethanol i dieselmotorer

Haldor Topsøe og Teknologisk Institut har i fællesskab udviklet et system, hvor bioethanol kan konverteres til et dieselbrændstof. Det giver en højere virkningsgrad og et lavere udslip af partikler og kvælstofilter.



Foto: Carl-Erik Andersson, www.scania.com

Bioethanol i dieselbusser kan reducere udslippet af både partikler og NOx.

Projektet har haft til formål at demonstrere, hvordan bioethanol kan bruges i dieselmotorer ved at konvertere ethanol til dietyl-eter. Det vil medføre en væsentlig bedre energiøkonomi, da en dieselmotor har en virkningsgrad, som er cirka 40 procent højere end en benzinmotor. Derudover vil man kunne bruge en vandholdig ethanol, som er mindre energikrævende at fremstille.

Haldor Topsøe har udviklet en proces kaldet OBATE™. Det står for Onboard Alcohols To Ethers og er baseret på en katalytisk proces, hvor alkoholen bliver omdannet til en blanding af æter, alkohol og vand. Det interessante ved processen er, at:

- anlægget ikke fylder mere end at det kan installeres i et køretøj
- der ikke er nogen spildprodukter
- bioethanolen kan indeholde vand.

I projektet har Haldor Topsøe stået for udvikling af katalysatoren, og sammen med Teknologisk Institut har de designet et anlæg, der kan installeres i køretøjer. Sidst i projektet lykkedes det at demonstrere et komplet system, hvor bioethanol blev konverteret til dietyl-eter og brugt som brændstof i en dieselmotor.

Motortest hos Teknologisk Institut viser, at virkningsgraden med brændstoffet fra OBATE™ og dieselolie er ens, men at OBATE™ brændstoffet giver væsentligt lavere udslip af kvælstofilter (NOx) og stort set ingen partikler. Det er endvidere påvist, at NOx-udledningen kan reduceres yderligere ved recirkulering af udstødningsgassen, uden at der derved sker en forøgelse af partikeludslippet.

Titel:	Anden generations bioethanol som brændstof til diesel motorer
Kontakt:	Haldor Topsøe A/S, Pär Gabrielsson, ✉ spg@topsoe.dk, ☎ 4527 8741
Sagsnr.:	ENS 64009-0151
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	7.000.000 kroner

Anvendelse af biobrændstof i transportsektoren

Politiske målsætninger om at dække ti procent af vejtrafikens energiforbrug med vedvarende energi kan opfyldes gennem produktion af bioenergi afgrøder i Danmark.

REBECA er et integreret projekt, som på baggrund af frem-skrivninger af vækst i trafikken har udarbejdet en række scenarier for selvforsyning med biobrændstoffer til vejtransporten og analyseret konsekvenserne heraf for emissioner til luft og jord. Der er blandt andet udført analyser af scenariernes konsekvenser for energiforbrug, CO₂-udledning og velfærdsøkonomi. Scenarierne bygger på en stigende iblanding af biobrændstoffer frem til 2030. Desuden antages det, at 1. generationsbioethanol baseret på hvedekorn i stigende grad afløses af 2. generationsbioethanol baseret på halm, og at biodiesel er RME, som er baseret på raps.

Scenarierne illustrerer, at målet om ti procent vedvarende energi til vejtransporten eksempelvis kan nås gennem en væsentlig forøgelse af rapsproduktionen, men uden at ændre landbrugets dyrkning af foder til den animalske produktion. Modsat øges importen af fødevarer- og industrielle afgrøder. Effekterne på belastning af miljøet er ikke entydige, idet emissioner til jord og luft er både positive og negative. Et lille bidrag til luftforureningen fra vejtransporten for nogle stoffer (NO_x og CO) er dog forsvindende i forhold til den generelle sænkning af emissionerne som følge af EU-lovgivning.

Under de anvendte antagelser vil der være en velfærdsøkonomisk gevinst ved at producere 2. generationsbioethanol, mens 1. generationsbioethanol og biodiesel produceres med tab.

Disse beregninger er dog usikre og stærkt afhængige af priser på olie, halm og andre kritiske antagelser.



Foto: Torben Skott/BioPress

Målet om ti procent vedvarende energi til vejtransporten kan nås uden at ændre landbrugets dyrkning af foder.

Titel:	Anvendelse af biobrændstof i transportsektoren
Kontakt:	Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet, Pia Frederiksen, ✉ pfr@dmu.dk, ☎ 8715 8539
Sagsnr.:	ENMI 2104-06-0029
Tilskud fra:	DSF
Tilskud:	15.800.000 kroner
www:	rebeca.dmu.dk

Opgradering af biogas

Det rådgivende ingeniørfirma Ammongas har udviklet et anlæg, der kan opgradere biogas til naturgaskvalitet for kun 50 øre/m³ ren metan. Teknologien er baseret på rensning af gassen i en aminholdig væske, som absorberer indholdet af kuldioxid.



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Opgradering af biogas til naturgaskvalitet vil kunne fremme målsætningen i Grøn Vækst om, at halvdelen af den danske husdyrgødning skal udnyttes i biogasanlæg i 2020. Med opgradering vil det være lettere at finde en fornuftig placering til de mange nye anlæg, man undgår at bortkøle en del af varmen i sommerhalvåret, og biogasanlæggene vil ikke længere være afhængig af en enkelt aftager.

Opgradering af biogas har dog hidtil været en forholdsvis dyr løsning, men nu har det rådgivende ingeniørfirma Ammongas udviklet en teknologi, hvor omkostningerne er halveret fra typisk 1 krone til 50 øre/m³ ren metan. Konceptet er demonstreret med succes hos Hashøj Biogas syd for Slagelse, hvor et pilotanlæg har været i drift siden maj 2011.

Anlægget fungerer ved at gassen vaskes i en vandig opløsning, der indeholder amin, som er i stand til at absorbere kuldioxid og frigive den igen ved opvarmning. Det centrale i anlægget er to lodretstående beholdere, hvor den første bruges til at absorbere gassens indhold af kuldioxid, mens den anden beholder bruges til at opvarme væsken, så CO₂-indholdet bliver udskilt.

Elforbruget til anlægget er minimalt, da der kun skal bruges en blæser til at sende gassen rundt i anlægget. Til gengæld skal der bruges varme til at drive anlægget, men her er der flere og ofte billige muligheder: Det kan være overskudsvarme fra gasmotorer, eller det kan være varme fra afbrænding af træ, halm eller afgasset fibergødning.

Titel: Pilotanlæg til billig fjernelse af CO₂ fra biogas

Kontakt: Ammongas A/S, Anker Jacobsen,
✉ aji@cool.dk, ☎ 4363 6300

Sagsnr.: FORSKEL-10513

Tilskud fra: PSO

Tilskud: 513.000 kroner

Måling og styring af biogasprocessen

På DTU Miljø er det lykkedes at udvikle en sensor, som kan bruges til overvågning og styring af biogasprocessen. Systemet er testet med succes i en pilotreaktor, men der er behov for yderligere forbedringer, før det kan integreres i et fuldskalaanlæg.

Koncentrationen af flygtige fedtsyrer (VFA) er en af de hyppigst anvendte parametre til overvågning og styring af biogasprocessen. I dag bestemmes koncentrationen af VFA typisk ved såkaldt titrering, hvor der udtages en prøve fra reaktoren, som efterfølgende analyseres for mængden af VFA. Metoden er forholdsvis pålidelig, men den er både tidskrævende og langsommelig.

En korrekt overvågning af biogasprocessen ved hjælp af online målinger vil kunne øge produktionen af biogas og på den måde forbedre anlæggenes rentabilitet. Det er imidlertid ikke nogen let opgave at udvikle et sådant system. Sensorerne i reaktortanken har en tendens til at blive dækket af belægninger med det resultat, at målingerne bliver upålidelige.

På DTU Miljø er det imidlertid lykkedes at udvikle en sensor, som har vist sig at være tilstrækkelig følsom og pålidelig. Sensoren er blevet testet i en pilotreaktor, og resultaterne viser, at data fra sensoren med succes kan bruges til at overvåge og styre biogasprocessen.

I løbet af projektperioden er der foretaget forsøg med forskellige udformninger af sensoren, men det er ikke lykkedes at udvikle en model, der umiddelbart vil kunne anvendes i fuldskalaanlæg. Det er fortsat behov for at forbedre holdbarheden, reducere vedligeholdelsen og lette opskaleringen, før et industrielt produkt kan lanceres.



Foto: DTU Miljø

Pilotanlæg til overvågning og styring af biogasprocessen på DTU Miljø.

Titel: Optimisation and standardisation of a titration method for routine monitoring of VFA in full-scale biogas plants (F)

Kontakt: DTU Miljø, Iriani Angelidaki,
✉ iria@env.dtu.dk, ☎ 4525 1429

Sagsnr.: ForskEL-10231

Tilskud fra: PSO

Tilskud: 871.000 kroner

Træpiller og arbejdsmiljø

Træstøv er skadeligt for helbredet, og det er ikke kun ansatte, der arbejder med produktion og håndtering af træpiller, som bør tage de nødvendige forholdsregler. Private bør også bruge støvmaske ved påfyldning fra sække og installere udsugning tæt ved fyret.



Foto: Simon Skov

Træstøv er skadeligt for helbredet, og der er fastsat en grænseværdi på 1 mg træstøv/m³ luft som gennemsnit over en arbejdsdag. Samtidig gælder en regel om, at man ikke må udsættes for mere end 2 x grænseværdien som et gennemsnit over 15 minutter.

Støvmålinger i produktionshallen viser i gennemsnit et niveau lige omkring 1 mg støv/m³ luft. I haller, hvor der håndteres smuld til træpilleproduktion, foregår arbejdet med gummiged, og her er der målt 3,4 mg støv/m³ luft i gennemsnit i kabinen.

På store pillelagre hos en gros handler eller store forbrugere er der også målt støv i kabinerne. Selvom støvet giver en sigtbarhed på omkring en meter, anvendes der både maskiner med og uden filtersystemer. Gennemsnittet af målinger i store maskiner med filter er 2,2 mg/m³, men for små maskiner som bobcat eller gaffeltruck uden filter er det helt oppe på 146 mg/m³ luft. Resultaterne viser tydeligt, at støv og arbejdsmiljø er et område, der trænger til fokus.

På pillefyrede varmekæder er der generelt et lavt støvniveau i kedelhallen, og der bliver meget sjældent arbejdet på lageret, når støvkoncentrationen er høj.

I private hjem med pillefyr bruges enten piller i løs vægt, i big-bag eller i sække. De løse piller bliver leveret med blæserbil, og her er der målt 35 mg/m³ i gennemsnit under aflæsningen. Piller i sække støver meget, men arbejdstiden er kort. Der er i gennemsnit målt 5,9 mg støv/m³ ved påfyldning af magasiner, så man bør bruge støvmaske, og der bør etableres udsugning ved private fyr. Projektets resultater formidles på hjemmesiden www.fyrmedpiller.dk, der vil blive lanceret i løbet af efteråret.

Titel:	Træpiller og arbejdsmiljø
Kontakt:	Skov & Landskab, KU-LIFE, Simon Skov, ✉ ssk@life.ku.dk , ☎ 4017 5040
Sagsnr.:	ENS 33032-0008
Tilskud fra:	EFP
Tilskud:	797.000 kroner

Spredning af flisaske

Nye målinger viser, at spredning af flisaske i skove og blandt juletræer kan ske på en miljømæssig forsvarlig måde. Derudover viser forsøgene, at aske, som suppleres med en kvælstofkilde, er et glimrende gødningsmiddel, der både tager hensyn til miljøet og juletræskvaliteten.

Projektet har bestået af flere delprojekter. To store feltarbejder, i en juletræsbevoksning og en skov, har spillet en central rolle. I en midtjysk granskov på sandbund er der spredt forskellige typer og doseringer af flisaske. Arealet blev intensivt instrumenteret, så stoffernes transport og binding i jorden kunne analyseres og sammenholdes med askebehandlingerne.

Arealet med sandbund blev valgt, fordi det giver den største risiko for udvaskning af både næringsstoffer og tungmetaller. Resultaterne viser, at det primært er natrium og kalium, der har tendens til at blive udvasket, mens alle andre næringsstoffer og tungmetaller i høj grad bindes i jordens øverste lag. Herfra vil de blive frigivet langsomt, hvilket er i god overensstemmelse med træernes behov for næringsstoffer.

Målingerne viser, at selv efter spredning af aske mellem juletræer på sandjord kan der ikke konstateres nogen væsentlig påvirkning af udvaskningen. Resultaterne bekræfter således, at spredning af aske kan ske på en miljømæssig forsvarlig måde. Derudover viser forsøgene, at aske, som suppleres med en kvælstofkilde, er et glimrende gødningsmiddel, der både tager hensyn til miljøet og juletræskvaliteten.

I projektet er der endvidere udført forsøg med hærkning af aske, udvaskning af tungmetaller fra asken, spredningsteknik i skove, pelletering af aske med videre. Resultaterne er blandt andet blevet brugt i forbindelse med udarbejdelse af den nye bioaskebekendtgørelse, der udkom i september 2008. En mere detaljeret gennemgang af projektets resultater findes på hjemmesiden www.bioaske.dk, der bliver åbnet i løbet af efteråret.



Foto: Simon Skov

Normalt må der spredes tre tons tørstof aske/hektar i skove. Især på sandjord giver det et vigtigt næringstilskud.

Titel:	Forbehandling og recirkulering af flisaske
Kontakt:	Skov & Landskab, KU-LIFE, Simon Skov, ✉ ssk@life.ku.dk , ☎ 4017 5040 og Morten Ingerslev, ✉ moi@life.ku.dk
Sagsnr.:	FORSKEL-5317
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	5.135.000 kroner

Biologisk affaldsbehandling er bedre end forbrænding

Solum Gruppens kombinerede komposterings- og biogas-anlæg fremstår i dag som en gennemdokumenteret teknologi. Der produceres dobbelt så meget energi som ved forbrænding, og anlægget er markant billigere end et forbrændingsanlæg.



Foto: Solum Gruppen

Komposteringsafsnittet på Aikan-anlægget ved Holbæk.

Der er i projektet gennemført en omfattende ombygning af anlægget i Audebo ved Holbæk, hvor kildesorteret organisk affald behandles i et kombineret komposterings- og biogasanlæg kaldet Aikan. På den måde opnås et højt energiudbytte, samtidig med at der produceres en stabil kompost, som bliver certificeret. Biogasanlægget leverer en særdeles god gaskvalitet med et metanindhold på over 70 procent og med et meget lavt indhold af svovl og sporstoffer.

I projektet er der installeret måleudstyr og procedurer, så energiproduktionen kan registreres løbende, og der kan beregnes en detaljeret massebalance for anlægget. Der er gennemført en lang række tests af blandt andet sprinklersystemet, som er essentielt ved udvaskning af næringsstofferne, ligesom anlægget er gennemtestet for tryktab. Den nye gasmotor er i drift, og der produceres en tilfredsstillende mængde el og varme.

To af de oprindelige ti driftsmoduler er i dag ombygget til forsøgsmoduler med henblik på at opnå yderligere forbedringer af teknologien. Endeligt er der etableret to små forsøgsmoduler med tilhørende reaktorer, hvor der kan gennemføres forsøg med forskellige parametre og forskellige affaldstyper.

Samlet set har de gennemførte initiativer, analyser og modeller betydet, at Aikan® teknologien nu er klar til at blive markedsført såvel nationalt som internationalt. Energiudbyttet fra anlægget er cirka dobbelt så højt som ved forbrænding, men investeringen er kun på cirka en fjerdedel af, hvad et forbrændingsanlæg koster.

Titel:	Demonstration og dokumentation af AIKAN
Kontakt:	Solum A/S, Martin Wittrup Hansen, ✉ mwh@solum.com, ☎ 2722 2942
Sagsnr.:	ENS 64010-0006
Tilskud fra:	EUDP
Tilskud:	1.490.000 kroner

Samfyring af kul og affald

Samfyring af kul og såkaldt RDF-affald (plast og træ) i støvfyrede kedler er en attraktiv løsning i forhold til at brænde affaldet i separate kedelanlæg. Ved samfyring med kul opnås en højere elvirkningsgrad samtidig med at udslippet af skadelige stoffer som dioxiner reduceres.

Projektet har haft til formål at opnå en større viden og forståelse for de problemer, der kan opstå, når kul og RDF-affald afbrændes i den samme kedel. Deltagerne i projektet er Forskningscentret CHEC, DTU Kemiteknik og DONG Energy Power A/S, der har ydet finansiel støtte sammen med Energinet.dk. I projektet er der udført forsøg på CHECs fastbrændselsreaktor i Lyngby, ligesom der er udført fuldskalamålinger hos Vestkraft i Esbjerg.

Gennem en lang række forsøg hos CHEC er udbrænding, askedannelse, belægninger, udslip af nitrogenoxid og svovl, samt fordeling af sporstoffer blevet undersøgt systematisk. Der er udført forsøg med forskellige sammensætninger af kul og RDF-affald, og resultaterne er blevet fortolket ved hjælp af ligevægtsberegninger. Dannelse af aerosoler er blevet undersøgt hos Vestkraft, og samfyringens indflydelse på massekoncentrationen og den kemiske sammensætning er blevet vurderet.

Resultaterne af projektet har øget forståelsen af termisk omdannelse af brændsler, askedannelse og belægninger, samt dannelse af skadelige udslip under samfyring af kul og RDF-affald.



Foto: DTU Kemiteknik

Hao Wu fra Forskningscentret CHEC i færd med at udføre målinger hos Vestkraft i Esbjerg.

Titel:	Samfyring af kul og affald
Kontakt:	DTU Kemiteknik, Flemming Frandsen, ✉ ff@kt.dtu.dk, ☎ 4525 2883
Sagsnr.:	ForskEL-10085
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	3.033.000 kroner

Forbrænding og tilsatsfyring af biomasse i kraftværker

DONG Energy har gennemført en række målinger på Studstrupværket, hvor der fyres med en kombination af kul og biomasse. I projektet er der udviklet nye optiske målemetoder, der giver mulighed for at måle på andre gasser end med de hidtil kendte metoder.



Foto: Forskningsgruppen CHFC

Teknikere i færd med at montere en syv meter lang sonde til målinger i nærbrænderfeltet på Studstrupværket.

Projektet har haft til formål at indhente data fra en kraftværkskedel med tilsatsfyring, dels for at opnå større viden om partikelomsætningen i nærbrænderfeltet, dels for at understøtte udviklingen af modelværktøjer.

Indsamlingen af data er foregået på Studstrupværkets blok 4, hvor brændslet er en kombination af kul og biomasse. Kedlen er udstyret med 24 stk. støvbrændere, hvoraf de fire er ombygget til fyring med biomasse. Der er gennemført målinger i flammezonen med forskellige brændsler: kul alene, kul + halm samt kul + træ. Under forsøgene blev der målt hastighedsfelter, temperaturfelter og gaskoncentrationsfelter i nærbrænderfeltet, ligesom der blev udtaget partikelprøver fra flammezonen.

Flere af målingerne er gennemført med velkendte teknikker, men derudover er der i projektet udviklet nye optiske målemetoder, baseret på UV spektroskopi. De giver mulighed for at måle på andre gasser end med de hidtil kendte metoder og giver mulighed for at få indblik i de dynamiske variationer ud over blot middelfelter.

Udtagningen af partikler fra kedlen var som ventet en meget udfordrende opgave under de givne betingelser, men blev gennemført med et stort set tilfredsstillende resultat. Analyse af prøverne har i første omgang ikke kunnet føre til en øget erkendelse af hastigheden i omdannelsesprocessen, men prøverne vil blive analyseret mere detaljeret i andre projekter.

Titel:	Combustion zone investigation and modelling in fuel flexible suspension fired boilers
Kontakt:	DONG Energy A/S, Søren Lovmand Hvid, ✉ soloh@dongenergy.dk, ☎ 9955 2913
Sagsnr.:	ForskEL-7333
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	3.000.000 kroner

Optiske målinger af forbrændingen i et fyrrum

Med et avanceret infrarødt kamera og et hurtigt spektrometer er det i dag blevet lettere at afbilde, hvad der mere præcist sker i en kraftværkskedel.

I praksis kan det være vanskeligt at opnå en perfekt opblanding af såvel luft og brændsel, som af kold og varm gas i et fyrrum. Dårlig opblanding kan resultere i dårlig forbrænding i form af uforbrændte partikler og øget CO-udledning.

I projektet er der anvendt et avanceret hurtigt infrarødt kamera til at tage billeder af udvalgte forbrændingssituationer. Kameraet blev kombineret med en nyudviklet optik med henblik på at tage termiske billeder af kraftværksflammer og med et særligt spektrometer for at kunne foretage ultrahurtige målinger af flammer og røggas.

Et specielt hurtigt spektrometer blev indkøbt og testet i 2008. Efter test af de udviklede systemer i laboratoriet er de blevet afprøvet med godt resultat på en kraftværksflamme i 2009, og på målinger i en skibsmotor i 2010.

Systemet har vist sig velegnet til visualisering af bevægelse og opblanding af halmstrå og træstøv på Studstrupværkets blok 4. Som demonstreret i en skibsmotor kan det også anvendes til måling af gasopblanding og bevægelse, da systemet måler i det infrarøde område, hvor forbrændingsgasser absorberer og udsender termisk lys.

Det etablerede system har mange fremtidige anvendelsesmuligheder i både forskningsprojekter og i praksis.



Foto: Risø DTU

Eksempel på fuldsalamålinger fra Studstrupværket Blok 4, hvor der fyres med halm og kul. De mørke felter er halmstrå, der har en lavere temperatur end fyrrummet.

Titel:	Hurtig optisk måling og afblanding af flowopblanding
Kontakt:	Risø DTU, Sønnik Clausen, ✉ SQCL@risoe.dtu.dk, ☎ 2081 4523
Sagsnr.:	ForskEL-10079
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	347.000 kroner