



Brint bliver billigere end batterier



Biodiesel kan øge risikoen for kræft



Husdyrgødning kan give mere gas



Markant prisfald på elektrolyse



Elektronisk nyhedsbrev

Få flere og hurtigere nyheder om forskning i bioenergi, brint og brændselsceller. Den trykte udgave af FiB bliver nu suppleret af et elektronisk nyhedsbrev. Klik ind på www.biopress.dk og få et gratis abonnement.

www.biopress.dk

3. Brint bliver billigere end batterier
5. Markant prisfald på elektrolyse
6. Norsk færge med danske brændselsceller
7. Kina køber dansk teknologi til brændselsceller
8. Markant større gasudbytte ved forbehandling
9. Husdyrgødning kan give mere gas
12. To reaktorer er bedre end én
13. Fem procent mere gas med to reaktorer
14. Koldpresset rapsolie giver flere havarier og flere partikler
15. Biodiesel kan øge risikoen for kræft
16. Grønt lys til Biogasol
17. Nye busser skal køre på en blanding af diesel og biogas
18. Økonomien i biobrændstoffer afhænger helt af olieprisen
19. Scania satser på ny motortype til biobrændstoffer
20. Renere aske fra affaldsforbrænding
21. Halmbenzin kan skabe en million nye jobs i EU
22. Restprodukter – en uudnyttet resurse
23. Byaffald kan bruges som gødning
24. Over en milliard til energiforskning i 2011
25. Afsluttede projekter
32. Strategi for termisk forgasning

Brint bliver billigere end batterier

Brint og batterier har potentiale til at matche prisen på benzin- og dieselmotorer allerede fra 2025. Det viser en ny europæisk rapport, der samtidig slår fast, at en infrastruktur til brint er billigere end ladestanderne til elbiler.

Af Torben Skøtt

Den noget opsigtvækkende konklusion kan læses i en rapport om fremtidens bilteknologier, som konsulentvirksomheden McKinsey har forfattet.

Rapporten er betalt af 30 virksomheder og organisationer, herunder ledende bilproducenter samt olie- og energiselskaber. De har indvilget i at indlevere deres fortrolige udviklingsresultater og forventninger frem til 2050, hvorefter McKinsey har analyseret de mange data og kommet med deres bud på, hvordan fremtidens bilpark kommer til at se ud.

Konklusionen er, at de traditionelle forbrændingsmotorer til personbiler vil være stort set udfaset i 2050. Til gengæld vil der være masser af batteridrevne elbiler, hybrid-

biler samt biler med brændselsceller til brint.

Og så viser rapporten, at brintbiler og batteridrevne biler er de eneste kendte teknologier, der kan gøre det muligt at reducere CO₂-udledningen med 95 procent, som er EU- og G8-landenes langsigtede mål.

Når forbrændingsmotoren fylder så lidt i McKinseys rapport, skyldes det ikke mindst, at biobrændstofferne, der på sigt skal afløse benzin og diesel, primært vil blive brugt til den tunge transport i form af fly, skibe og lastbiler. Konsulentfirmaet mener ganske enkelt ikke, der vil være tilstrækkeligt med biobrændstoffer til personbiler, da der vil komme et betydeligt pres på de biomasseresurser, som skal bruges til både fødevarer, foder, kemikalier og transportbrænds-

ler. På det punkt ligger konklusionen på linje med professor Henrik Wenzels studier¹, der ligeledes peger på, at biobrændstofferne er en meget begrænset resurse, som skal bruges med omtanke.

Brint er billigst

Hos Partnerskabet for Brint og Brændselsceller hilser man den nye rapport velkommen, som man vurderer er både neutral og giver et godt overblik over udviklingen i de kommende årtier.

– Det er et helt unikt arbejde McKinsey har udført på baggrund af en lang række fortrolige oplysninger. Det er foregået ved, at konsulenterne har indsamlet data fra selskaberne, hvorefter man har man lukket for kommunikationen. De har kunnet skrive det, de ville. Det er ikke nød-



Brint- og batteridrevne biler er de eneste kendte teknologier, der kan reducere CO₂-udledningen med 95 procent.

- ▶ vendigvis alle, der har været enige i deres konklusioner, men det har været det stærke i processen, fortæller Aksel Mortensgaard, der er direktør i Partnerskabet.

McKinsey har beregnet, at prisen per kørt kilometer er nogenlunde ens for de forskellige teknologier, når det handler om mindre personbiler; men når det drejer sig om de lidt større modeller, så vil brintbilen være den billigste løsning i 2050.

I dag udgør de større biler cirka halvdelen af den samlede bilpark i EU, men de tegner sig for tre fjerdele af CO₂-udledningen. At brintbiler er billigere end batterier i de større personbiler, skyldes blandt andet omkostningerne til infrastrukturen, som er billigere for brint. I rapporten er der således angivet en pris på 7.500- 15.000 kroner/bil for at etablere en infrastruktur til brint, mens det tilsvarende beløb til ladestander vil komme op på 11.000-18.000 kroner/bil.

– Det er logisk, at det hænger sådan sammen, når vi ser 40 år frem i tiden, forklarer Aksel Mortensgaard:

Jo flere brintbiler, jo større gavn får vi af at have etableret den nødvendige infrastruktur. Det bliver relativt billigere per bil, mens det samme mønster ikke gør sig gældende for batteridrevne biler. Her skal der i princippet være en ladestander per bil, så der er grænser for, hvad der kan opnås af stordriftsfordele, forklarer direktøren.

Betydelige investeringer

Frem mod 2025 vil både batteri- og brintbiler imidlertid være dyrere end biler med forbrændingsmotorer, og det vil kræve betydelige investeringer at bringe teknologierne ud på markedet. Alene frem mod 2020 kræves en merinvestering i brintbiler og tankstationer på op imod 186 milliarder kroner, mens batteribiler og ladestander vil kræve ikke mindre end 600 milliarder kroner.

Men fra 2030 vil en forsat udbredelse af brintbiler og tankstationer være selvfinansierende, da omkostningerne per kørt kilometer vil være konkurrencedygtig. Indtil da er skattemæssige incitament som for eksempel afgiftsfritagelse nødvendige for både batteri- og brintbiler.



Foto: Michael Jensen mj@world-photo.dk

Honda er en af de mange bilproducenter, der satser på brint som fremtidens brændstof. Billedet er fra november 2009, hvor der blev afholdt en international brintkonference på Christiansborg som optakt til Klimatopmødet.

McKinsey har beregnet, at en afgiftsregulering, som favoriserer begge biltyper med 44.000 kroner/bil, kan gøre teknologierne konkurrencedygtige allerede fra 2020. Tilsvarende kan en afgiftsregulering på 3,50 kroner/liter benzin og 4,90 kroner/liter diesel gøre brint og den tilhørende infrastruktur konkurrencedygtig i 2020.

Supplerer hinanden

McKinsey har også set på, hvilke teknologier, der er mest velegnet til de enkelte formål. Batterier klarer sig bedst, når det drejer sig om mindre biler og korte ture på grund af en kort rækkevidde og lang opladningstid. Brint gør sig til gengæld bedst i de lidt større biler og til de længere ture.

Ifølge Aksel Mortensgaard er det imidlertid ikke kun på brugerplan, at batteri- og brintbiler supplerer hinanden fint.

– Tendensen går i retning af, at el skal være fremtidens energibærer, og med en voksende andel vindkraft i energisystemet får vi brug for en masse nye teknologier, der kan oplagre energien i de perioder, hvor det blæser meget.

– Batterier kan klare de mindre udsving – typisk i løbet af et døgn, men heller ikke mere. Over længere perioder er det nødvendigt med andre løsninger, og det kan blandt andet være

i form af vindmølleel, der via elektrolyse konverteres til brint. Vi kommer ikke uden om, at vi får brug for et bredt spektrum af nye teknologier, hvis vi skal have et energisystem, der er baseret 100 procent på vedvarende energi, siger Aksel Mortensgaard.

Han peger på, at Tyskland kan blive et af de lande, hvor man for alvor får demonstreret brintteknologien i større skala. Her er bilproducenter og olieselskaber i samarbejde med den tyske regering i færd med at lave en forretningsplan for, hvordan brint og batteribiler i større målestok kan komme ud og rulle på de tyske veje.

I den sammenhæng kan Danmark og Skandinavien meget vel blive det næste område, hvor batteri- og brintbiler for alvor kommer til at spille en rolle i energiforsyningen. Etablering af de nødvendige tankstationer er allerede i gang, og afgiftsfritagelser i Norge og Danmark gør, at brintbiler kan være konkurrencedygtige allerede fra 2020.

1. Se artiklen "Brint og biomasse er nøglen til det fossilfrie samfund" i FiB nr. 33 fra september 2010.

Rapporten fra McKinsey kan downloades fra Partnerskabet for Brint og Brændselscellers hjemmeside på adressen www.hydrogennet.dk.

Markant prisfald på elektrolyse

Ny forskning viser, at det ikke længere er nødvendigt at bruge dyre materialer for at opnå en høj virkningsgrad ved elektrolyse. Det giver mulighed for at reducere produktionsomkostningerne til brint med omkring en tredjedel.

Af *Torben Skøtt*

Det er ikke svært at opnå en høj virkningsgrad i elektrolyseanlæg til fremstilling af brint. Kunsten består i at opnå en høj effektivitet uden anvendelse af kostbare ædelmetaller som platin og uden at tage dyre fremstillingsmetoder i brug.

Og på det punkt ser det ud til, at forskere på DTU, i samarbejde med Teknologisk Institut, er kommet et vigtigt skridt videre. Med en galvanisk belægning af nikkel og aluminium har man været i stand til at fremstille billige brintelektroder til vandelegrolyse med en effektivitet på omkring 90 procent.

Resultaterne er opnået som led i et stort udviklingsprojekt, som Hydrogen Innovation and Research Center (HIRC) i Herning står bag, og som EUDP har støttet med 9,5 millioner kroner. Ud over DTU deltager forskere fra Risø og Force Technology, og endelig er der GreenHydrogen, som skal varetage den endelige produktudvikling samt stå for produktion og markedsføring af komplette elektrolyseanlæg.

– Vi arbejder med tre teknologier, fortæller projektleder Lars Yde fra HIRC:

– Risø arbejder med keramiske teknologier, Force Technology fremstiller elektroder ved hjælp af plasma-spray, og DTU forsker i galvaniske belægnings.

– Umiddelbart ser DTU's teknologi ud til at kunne skabe et gennembrud inden for området, primært fordi den er utroligt billig. Teknikken med plasma-spray er en smule mere effektiv, men lidt dyrere, og så er der Risø's teknologi, hvor vi først kender resulta-

terne i begyndelsen af det nye år, forklarer projektlederen.

Yderligere forbedringer

Ifølge direktør Jørgen Krogsgaard Jensen fra GreenHydrogen, så er DTU's gennembrud kun første skridt på vejen. Han ser gode muligheder for, at man kan forbedre teknologien yderligere.

– Hidtil har vi kun arbejdet med katoden – altså der hvor brinten produceres. Vi har slet ikke kigget på anoden, hvor ilten dannes, men vi har en forventning om, at det vil give mulighed for at forbedre effektiviteten med yderligere fem procent, siger Jørgen Krogsgaard Jensen. Han forklarer, at ideen med at bruge en legering af

nikkel og aluminium er velkendt, men at fremstillingsprocessen hidtil har været kostbar.

– DTU's metode er langt billigere. Her er det lykkedes at få nikkel og aluminium til at diffundere, og da det foregår helt ned på molekylestadiet, er man sikker på en god vedhæftning, som kan holde i mange år fremover.

De nærmere detaljer om processen er der ingen i projektet, der ønsker at uddybe. Det forbliver indtil videre en velbevaret hemmelighed.

Anlæg i drift i 2011

Jørgen Krogsgaard Jensen vil til gengæld gerne fortælle om firmaets planer i de kommende år: ▶



Foto: GreenHydrogen

Direktør Jørgen Krogsgaard Jensen fra GreenHydrogen ved et af virksomhedens elektrolyseanlæg.

- Vi fokuserer på, at anlæggene skal ud på markedet her og nu – vi taler ikke 2020 eller noget, der ligger længere ud i fremtiden.

– De elektroder, vi bruger nu, har vi testet gennem det meste af et år, så vi føler os på sikker grund. Målet er at få flere komplette anlæg i drift allerede fra næste år.

Prisen per kubikmeter brint vil Jørgen Krogsgaard Jensen helst ikke udtale sig om, da den afhænger af flere forhold, men han vurderer, at de nye anlæg vil kunne reducere prisen med omkring en tredjedel.

GreenHydrogen satser især på anlæg med kapaciteter fra 1 til 1.000 kubikmeter brint i timen. Firmaet har blandt andet leveret elektrolyseanlæg til 66 ungdomsboliger i Herning, ligesom man for flere år siden byggede et anlæg til Samsø Energiakademi, der skal levere brint til et turiststog.

Læs mere på www.hirc.dk
www.greenhydrogen.dk

Valg af brændeovn

Teknologisk Institut har udviklet et nyt beregningsprogram for Miljøstyrelsen, der skal gøre det nemmere at finde den rigtige størrelse brændeovn.

Ud fra ganske få oplysninger om huset og det rum, brændeovnen skal placeres i, kan programmet beregne den ideelle størrelse for en ny brændeovn.

Der er fortsat alt for mange, der køber for store brændeovne. Er ovnen for stor, bliver det ubehageligt varmt i rummet, og hvis man forsøger at løse det ved at skrue ned for luften, risikerer man at genere omgivelserne med lugt og røg, der kan indeholde sundhedsskadelige stoffer.

Beregningsprogrammet kan umiddelbart benyttes af alle. Brugeren bliver guidet igennem indtastningen ved hjælp af enkle tekster og forklaringer.

Programmet findes på Miljøstyrelsens hjemmeside på adressen www.mst.dk. Se under borger/hjemmet/brændeovne, hvor der også findes gode råd om korrekt fyring.

Norsk færge med danske brændselsceller



Foto: Prototech

Turisterne i Bergen har i mange år kunnet tage en tur med færgen MF Vågen, men i år har været noget ganske særligt. Færgen har nemlig været udstyret med elmotor, batterier og brændselsceller fra danske Serenergy.

Det med brændselscellerne har passagerne dog ikke mærket meget til. Det lykkedes nemlig ikke at få færgen godkendt til brændselsceller med passagerer ombord, så færgens elmotor har måttet hente al energien fra batterierne. Det har været en begivenhed i sig selv, men det ærgrer selvfølgelig folkene bag projektet, at man måttet lade batterierne op hver nat i stedet for at bruge brændselscellerne.

Men nu er turistsæsonen slut. Dermed er det blevet muligt at få testet brændselscellerne i praksis, og ifølge projektleder Thomas Ryberg har det været en succes.

Metalpulver som lager

En af nyskabelserne i det norske projekt er brintlageret, der skal forsyne brændselscellerne med energi. I stedet for at bruge højtrykstanke har man valgt at bruge såkaldte metalhydridrider som lager. Her er brinten bundet til metalgitre, og når de varmes op, frigives brinten. Derved bliver det

muligt at gemme store mængder brint ved et lavt tryk.

Med en eldrevet færge i Bergen har man genoplivet en gammel tradition. I 1890 fik Bergen Elektriske Færgeselskab (BEF) således koncession på at sejle med batteridrevne færges, men som så mange andre steder blev elmotoren udkonkurreret af dieselmotoren.

Projektet med at bruge brændselsceller på MF Vågen skal give forskerne en række værdifulde erfaringer med, hvordan cellerne klarer sig i det maritime miljø. Forskerne kommer blandt andet fra Prototech, som er udsprunget af den norske forskningsinstitution CMR.

– Det er vigtigt, at vi får lejlighed til at bruge systemerne over en længere periode, så vi kan vise, at der er tale om en driftssikker teknologi, siger Thomas Ryberg. Han er overbevist om, at brændselsceller har fremtiden foran sig, men at det tager lang tid, før cellerne kan erstatte dieselmotorer på færges og fiskebåde.

Thomas Ryberg håber, at projektet med MF Vågen kan ende med, at systemet med brændselsceller og batterier skal testes på en større færge til næste år.

Læs mere på www.forskning.no
under miljø/alternativ energi.

TS

Kina køber dansk teknologi til brændselsceller

Til næste år vil ansatte i det kinesiske statsapparat kunne køre i elbiler med brændselsceller baseret på dansk know how. Teknologien er udviklet af Lithium Balance A/S med støtte fra EUDP og består af nyt styresystem, der optimerer samspillet mellem batteri og brændselscelle.

Elbiler er både effektive og miljøvenlige, men de er også lidt upraktiske. En rækkevidde på mellem 100 og 200 kilometer sætter en naturlig grænse for, hvor bilerne kan benyttes, og det er formentlig den altafgørende årsag til, at elbilerne aldrig har fået det helt store gennembrud.

For at øge en elbils rækkevidde kan man supplere bilens batteripakke med en brændselscelle, der kan lade batteriet op under kørslen. At det også kan lade sig gøre i praksis, har de danske virksomheder Lithium Balance og Serenergy for nylig demonstreret ved at øge rækkevidden for en Fiat Scudo fra 160 kilometer til 500-600 kilometer. Projektet, der har fået støtte fra EUDP, er baseret på en 6 kW brændselscelle, en omformer, der kan konvertere metanol til brint, og en styreenhed, der kan håndtere de forskellige energistrømme i bilen.

En elbil har nemlig et meget varierende forbrug afhængigt af kørselsmønstret. Går det op ad bakke med fuldt læs, kræver det maksimal effekt, mens der omvendt bliver leveret strøm til batterierne, når bilen bremses. Sådanne udsving passer ikke specielt godt sammen med en brændselscelle, der har det bedst med at levere en konstant effekt, men det har Lithium Balance fået styr på med et nyudviklet styresystem, der har vakt international opmærksomhed. De kinesiske myndigheder har således indgået en aftale med det danske selskab om levering af prototyper for et tocifret millionbeløb, og falder det projekt heldigt ud, er der indgået en hensigtsklæring om levering af udstyr til 6.000 biler i 2012.

Lithium Balance arbejder tæt sammen med Serenergy, der har speciali-



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Med en 6 kW brændselscelle bliver rækkevidden for en Fiat Scudo udvidet fra 160 kilometer til 500-600 kilometer. Billedet er fra indvielsen af Energibyen Frederikshavn, hvor projektet blev præsenteret første gang i efteråret 2008.

ret sig i de såkaldte HT-PEM celler, der via en omformer kan forsynes med energi fra metanol.

– Vores speciale er samspillet mellem batteripakken, brændselscellen og elmotoren. Ved at bruge batterierne som buffer og til opsamling af bremseenergi kan man udnytte brændselscellen optimalt. Det er en langt billigere løsning, end hvis hele energiforsyningen skulle baseres på en stor brændselscelle, forklarer Lars Barkler, der er direktør i Lithium Balance.

Han er overbevist om, at der fremover vil komme langt mere fokus på metanol som brændstof til brændselsceller. Det kan købes overalt i verden, det kan opbevares på samme måde som benzin og diesel, og det er nemmere at håndtere end brint, der skal opbevares i tanke under højt tryk.

Læs mere om Lithium Balance på www.lithiumbalance.com

TS

Biogas og lagring af kulstof

Biogasanlæg giver en markant reduktion af drivhusgasser; men hvad betyder det for landbruget, at anlæggene fjerner en del af kulstoffet fra biomassen?

– Mængden af kulstof, som føres tilbage til jorden, vil være betydeligt mindre ved anvendelse af afgasset gødning, specielt hvad angår de lette nedbrydelige kulstoffraktioner, siger Anne-Kristin Løes, der leder et forskningsprojekt om kulstofflagring hos Bioforsk Økologisk i Norge.

Vil det på sigt føre til en ufrugtbar jord med et lavt indhold af muld, eller vil det blive opvejet af større

rødder, fordi afgasset gylle indeholder mere lettilgængeligt kvælstof? Det er nogle af de spørgsmål, som forskerne ved Bioforsk Økologisk (www.bioforsk.no) nu vil have undersøgt nærmere.

Herhjemme er danske forskere opmærksomme på problemstillingen. I Fødevareministeriets rapport "Landbrug og Klima" fra 2008 regner man således med, at den reduktion i udslippet af drivhusgasser, som et biogasanlæg giver anledning til, bliver ti procent mindre, når man indregner effekten af mindre kulstofflagring i jorden.

TS

Markant større gasudbytte ved forbehandling

Nye svenske forsøg viser, at biogasproduktionen fra forskellige typer affald kan øges med 2 til 25 gange ved at bruge forskellige metoder til forbehandling.

Biologiske affaldsfraktioner har ofte et højt indhold af lignocellulose og keratin. Derved bliver det ofte nødvendigt med en eller anden form for forbehandling, hvis affaldet skal udnyttes optimalt til produktion af biogas. Metoderne kan være mekaniske, kemiske og biologiske eller en kombination heraf, alt afhængigt af hvilke typer af fald der er tale om.

Forbehandling har især betydning, hvis affaldet har et højt indhold af lignocellulose og keratin. I de typer affald er store dele af kulstoffet ikke umiddelbart tilgængelige for bakterierne i et biogasanlæg, så strukturen skal på en eller anden måde åbnes op, hvis affaldet skal omsættes til gas.

Damphandling af papiraffald

De svenske forsøg viser blandt andet, at forbehandling af papiraffald med damp er en effektiv teknik, der kan øge gasudbyttet med op til 100 procent. Samtidig sker der en hygiejniserende af affaldet, og det kan medføre et lavere energiforbrug til biogasprocessen, da der er ikke længere vil være krav om en høj temperatur i reaktortanken.



Foto: Torben Skott/BioPress

Forbehandling af halm med opløsningsmidlet NMMO kan seksdoble gasudbyttet.

Tilsvarende kan udbyttet af hønsefjer fordobles ved anvendelse af enzymatisk eller kemisk forbehandling. Den enzymatiske behandling har dog vist sig at være mest hensigtsmæssig, og den giver også det højeste gasudbytte.

Forbehandling af halm

En nyere og mindre afprøvet forbehandlingsteknik indebærer tilsætningen af opløsningsmidlet NMMO. Det er et kemikalie, der anvendes kommercielt i papirindustrien, hvor det bruges til at løsne fiberstrukturen op. Det anses desuden for at være miljøvenligt, da det kan udvindes efter processen og genbruges med en effektivitet på op til 98 procent.

I de svenske forsøg er forbehandling med NMMO blevet testet på granflis og halm. Her viste det sig, at gasudbyttet fra granflis kunne øges med helt op til 25 gange, mens udbyttet fra halm "kun" blev seks gange større, end hvis biomassen ikke var blevet forbehandlet.

Granflis vil næppe være aktuelt i danske biogasanlæg, men i Sverige hvor man mange steder har enorme træresurser til rådighed, kan det være en mulighed.

Kilde: www.affaldogressourcer.dk Rapporten "Förbehandlingsteknikers betydelse för ökat biogasutbyte" kan downloades fra www.wasterefinery.se under publikationer/rapporter. TS

H2 Logic skal levere brintanlæg til Norge

H2 Logic har for nylig indgået en kontrakt med det norske selskab HyNor Lillestrøm AS om levering af en tankstation til brint i løbet af sommeren 2011. Stationen skal installeres i tilknytning til forskningscentret Akershus Energi Park i Lillestrøm lige uden for Oslo.

Sammen med en anden planlagt tankstation i Oslo vil det nye anlæg gøre Norge til et af de lande i verden, der har det mest fintmaskede net af tankstationer til brint. Stationen vil blive i stand til at levere brint ved et tryk på 700 bar, så optankningen af

en bil kan ske i løbet af få minutter i henhold til den nye internationale SAE-standard.

Norge påbegyndte etableringen af brinttankstationer i 2003 med åbningen af det første anlæg i Stavanger, som er en del af et større netværk kaldet HyNor. Siden da yderligere tre stationer åbnet, og 20 brintbiler er blevet sat i drift.

I Norge er der ligesom i Danmark en høj afgift på konventionelle køretøjer, men begge lande har valgt at fritage brintbiler for afgifter. Norge, Danmark og Sverige deltager i øvrigt i et fælles skandinavisk brint-samarbejde kaldet Hydrogen Highway Partnership.

Brinten til den nye tankstation vil blive produceret ved hjælp af et elektrolyseanlæg, der forsynes med energi fra en række solcellepaneler. Anlægget er dog forberedt til, at der senere kan udføres test med andre former for brintproduktion som PEM elektrolyse.

Efter planen skal H2 Logic levere yderligere en tankstation til Oslo i løbet af 2011. I alt vil 17 nye brintbiler blive taget i brug i 2011. Fem af bilerne vil blive tilknyttet tankstationen i Lillestrøm, mens de øvrige primært vil blive brugt i Oslo.

Læs mere på www.h2logic.com

Husdyrgødning kan give mere gas

Der kan være store muligheder i at optimere gasudbyttet fra husdyrgødning. Gødningstypen, staldsystemet, fodring og ikke mindst oplagring spiller en betydelig rolle, og det er ikke usædvanligt, at en fjerdedel af gaspotentialet i svinegylle går tabt alene ved oplagring.

Henrik B. Møller

Et præcist kendskab til det metanudbytte, der kan opnåes fra en given gødningstype, er særdeles vigtigt for at kunne vurdere økonomien i fremtidige biogasprojekter. Men det er også vigtigt for at kunne vurdere anlæggets betydning for udslippet af drivhusgasser.

Den tilgængelige viden om biogaspotentialer fra gylle er imidlertid flere år gammel og er ikke blevet opdateret med de mange ændringer i staldsystemer og fodring, der har fundet sted i det seneste årti. Endvidere er tabet af metangas i staldsystemer og fortanke, inden gødningen tilføres biogasanlægget, en ukendt faktor.

På Forskningscenter Foulum er der for nylig gennemført en omfattende undersøgelse af metanudbyttet fra et stort antal gødningstyper. Gødningen er indsamlet fra bedrifter tilknyttet Thorsø biogas og Grønhøj forsøgscenter, og derudover er indsamlet en række friske gødningsprøver fra kvæg ved Forskningscenter Foulum.

Gødningskategorier

Generelt bliver der regnet med, at svin- og kvæggylle giver henholdsvis cirka 200 og 300 liter metan/kg organisk stof (VS), men meget tyder på, at disse værdier kan være overvurderet for svin (se figur 1). Det gælder især for slagtesvin, med mindre der er tale om en relativt lang opholdstid i

reaktoren og en tilsvarende kort opholdstid i stalden.

For kvæggødning tyder analyserne på, at værdien er undervurderet bortset fra ét tilfælde med et staldsystem med ringkanaler. Udbyttet af kvæggødning er endvidere påvirket af fodring, men der er ikke noget, som tyder på, at mere omsætteligt foder giver mindre gas. Derimod kan andre faktorer som valg af grovfoder have en vis betydning, men disse forhold er endnu ikke færdiganalyseret.

Gasudbyttet fra høns og slagtekylinger afhænger af den type strøelse, som anvendes, hvor halm giver det største udbytte.

Analyserne viser endvidere, at der er meget stor forskel på udbyttet fra de forskellige gødningskategorier, selv når tages hensyn til indholdet af tørstof.

Minkgylle er den type gødning, der giver det største udbytte. Dybstrøelse fra kyllinger og høns har et udbytte per vægtenhed, der er cirka fem gange højere end udbyttet fra gylle ved en mellemlang udrådningssperiode. Tilsvarende har dybstrøelse fra malkekvæg et udbytte, der er cirka tre gange højere end gylle fra de samme dyr.

Gødning fra svin

Langt hovedparten af husdyrgødningen i Danmark stammer fra kvæg og svin. I figur 2 er vist det spænd, der i praksis er observeret i gaspotentialet i

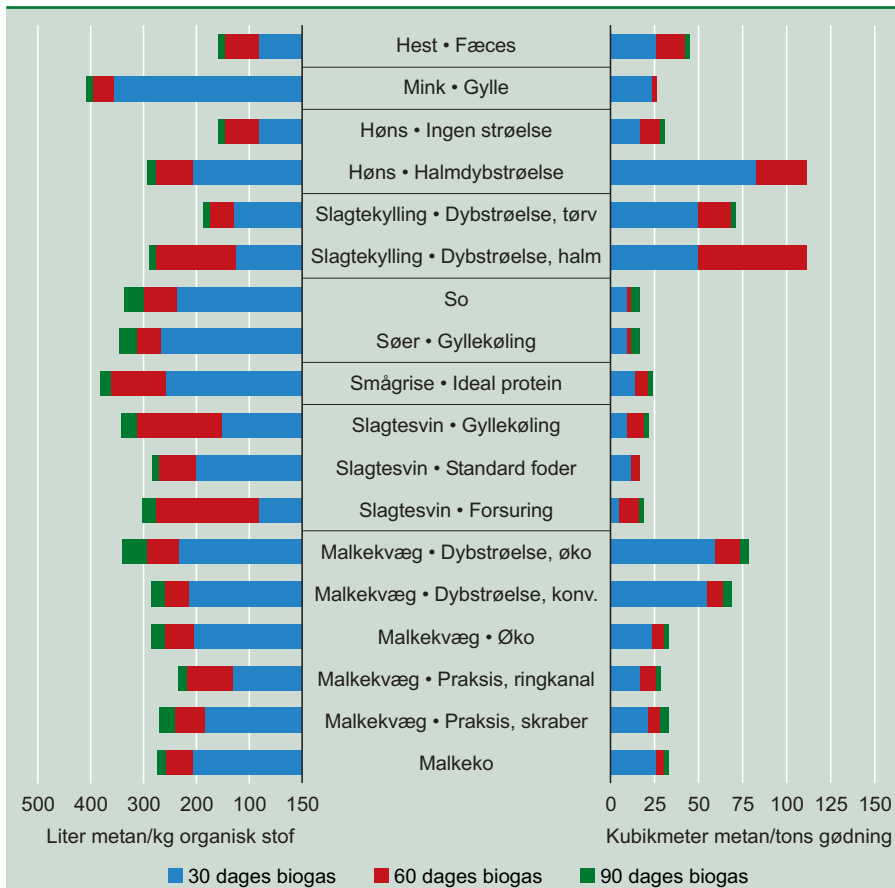
fra svin. I gylle fra slagtesvin varierer gasudbyttet betydeligt, og det ultimative gaspotentiale varierer fra 220 til 320 liter metan/kg VS. I den forbindelse skal det understreges, at gyllen har været lagret i staldsystemerne mellem 14 og 30 dage i juni måned, inden prøverne blev taget. Det har sandsynligvis medført et betydeligt tab af metan i forhold til, hvis gyllen havde været helt frisk, men på den anden side vil en opholdstid på 2-4 uger i stalden ofte være normal praksis.

Forsuring af svinegylle ved tilsætning af svovl eller gyllekøling bliver mere og mere udbredt, da man derved reducerer fordampningen af ammoniak.

Noget tyder på, at systemer med gyllekøling samtidig sikrer et højt metanudbytte, primært fordi tabet i stalden elimineres. I undersøgelsen var metanpotentialet i gylle fra smågrise højere end fra slagtesvin og søer.

Potentialet fra forsuret gylle fra slagtesvin har givet et udbytte ved lang opholdstid, der er på højde med ikke forsuret gylle. Ved kort opholdstid er udbyttet imidlertid lavere, hvilket sandsynligvis skyldes, at svovlindholdet i gyllen hæmmer produktionen af metangas.

Forsøgene med forsuret gylle er foretaget i et portionsanlæg, hvor der sker en fortynding af svovl, og er således ikke et udtryk for, hvad der kan opnåes i en kontinuert proces.



Figur 1. Metanudbyttet per kg organisk tørstof og per ton materiale ved mesofil drift fra forskellige typer husdyrgødning ved henholdsvis 30, 60 og 90 dages afgangning.

I det kommende halvår vil der blive lavet yderligere forsøg med gylle fra slagtesvin, der er helt friske, således at effekten af metantab i stalden kan elimineres. I de indledende forsøg har det været overraskende, at der efter 30 dages mesofil udrådning stadig er en væsentlig del af gaspotentialet til stede. Det kan dog ikke konkluderes, om det også vil være tilfældet i en kontinuert proces, da forsøgene er udført i portionsanlæg med sparsom omrøring.

Der vil i det kommende halvår blive lavet nye forsøg med helt frisk svinegylle for at fastlægge gaspotentialet inden lagertab.

Gødning fra kvæg

I modsætning til svin, hvor forskelle i fodring mellem bedrifter er forholdsvis begrænsede, kan der være meget store forskelle i fodringen af malkekvæg.

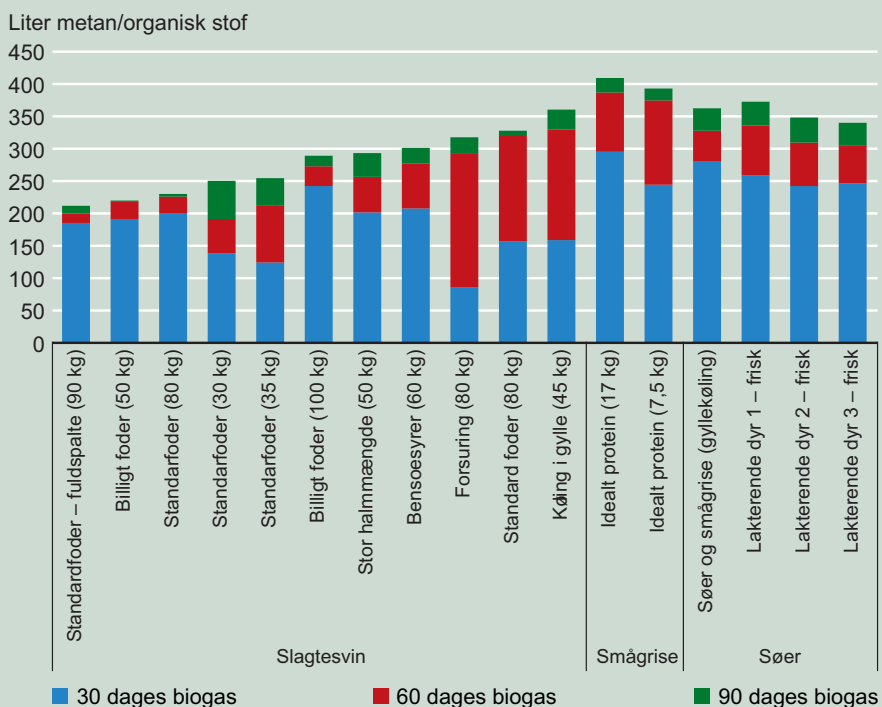
I figur 3 er der vist gasudbytter fra en række besætninger, der har fået forskellige andele og typer af grovfoder. Heraf fremgår det, at der ikke er nogen klar sammenhæng mellem andelen af grovfoder og metanudbytte. Ligesom ved svin kommer en betydelig del af gasudbyttet i perioden efter 30 dage.

Lagring af gylle

Inden husdyrgødningen tilføres biogasanlægget, bliver den lagret i kortere eller længere tid. Gødningen bliver typisk opbevaret i en periode på minimum 1-2 uger i gyllekanaler og fortanke, men ofte går der væsentlig længere tid, inden den fødes ind i reaktoren.

I figur 4 er vist tabet af metanpotentiale ved forskellige temperaturer i 28 dage. Tabet er stærkt temperaturafhængigt, ligesom det afhænger af hvilke typer husdyr, der er tale om. Generelt er tabet fra kvæggylle betydeligt lavere end ved svinegylle, og selv ved temperaturer på 20 °C er tabet kun på omkring tre procent. I undersøgelsen er der dog kun medtaget gødning fra stalde med skrabeanlæg.

Tabet fra svinegylle har i forsøget varieret betydeligt, og fra slagtesvin har der været tale om et tab på 22-36 procent ved temperaturer på 15-20 °C. Det er således meget vig-



Figur 2. Metanudbyttet per kg organisk tørstof ved mesofil drift fra svinegødning ved henholdsvis 30, 60 og 90 dages afgangning. Gylle fra slagtesvin blev opbevaret 14-30 dage i gyllekummer inden afgangning.

tigt at reducere oplagringstiden så meget som muligt. Det gælder ikke mindst i sommerhalvåret, hvor tabet kan være betydeligt.

I figur 5 er vist sammenhængen mellem lagringstid, temperatur og gylletype. Som det fremgår af figuren, stiger tabet ved længere opholdstid, og selv ved 10 °C kan der være betydelige tab, hvis opbevaringstiden er lang nok. Ved en temperatur på 20 °C og en måneds opbevaring kan der være et tab på 150 liter metan/kg VS, hvilket svarer til en halvering af gasudbyttet.

Lagring af gylle inden biogasprocessen i stalden og buffertanke kan således være en af de helt store skurke, når det drejer sig om svinegylle, mens det har mindre betydning, når det drejer sig om kvæggylle i stalde med skrabe anlæg. Det vides dog ikke med sikkerhed, om det samme gør sig gældende i stalde med traditionelle gyllesystemer. Teknologier, der vil kunne have en positiv virkning på metantabet, er gyllekøling og forsuring. Forsuring kan dog samtidig have en hæmmende virkning, der begrænser biogasudbyttet.

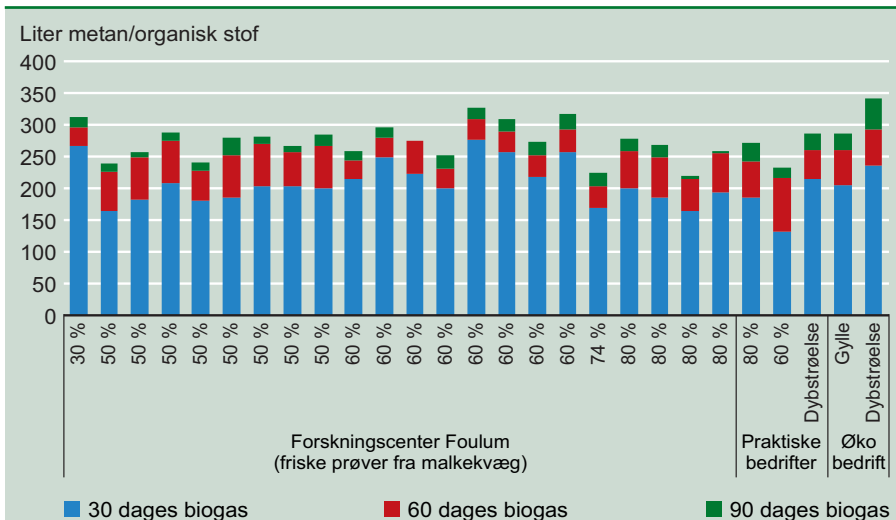
Gode råd

Overvej om opholdstiden i biogasanlægget er tilstrækkeligt lang – husdyrgødning kræver lang opholdstid, hvis det fulde potentiale skal udnyttes. En fordobling af opholdstiden, eller effektiv gasopsamling i et efterlager, kan i visse tilfælde give 20-30 procent mere gas.

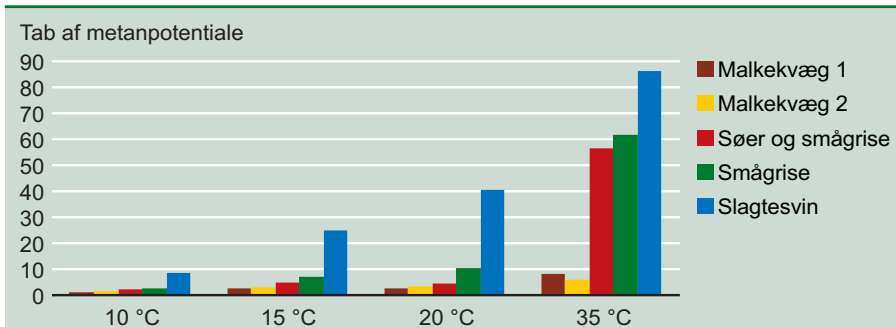
Pas på metantab i stalden og ved lagring, inden gødningen tilføres biogasanlægget. Det gælder især i sommerperioden og ved svinegylle.

Forsøgene er udført som en del af ForskNG-projektet "Biogas potentials in manure and effect of pre-treatment" og innovationslovsprojektet "Reduktion af metanudskillelsen fra kvægproduktionen".

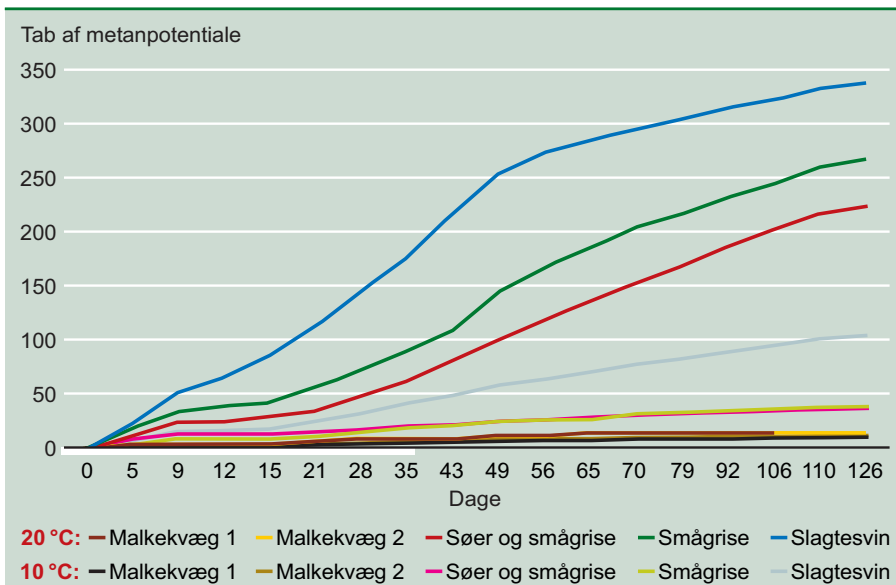
Henrik B. Møller er seniorforsker ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, e-mail henrikb.moller@agrsci.dk.



Figur 3. Metanudbyttet per kg organisk tørstof ved mesofil drift af kvæggødning ved henholdsvis 30, 60 og 90 dages afgangning. I Foulum er der tale om frisk gødning fra enkelte stykker malkekvæg, mens de øvrige prøver er gylle, der har været opbevaret på ejendommene i cirka 14 dage. Procenterne angiver andelen af grovfoder.



Figur 4. Tab af metanpotentiale under opbevaring ved forskellige temperaturer over en periode på 28 dage. Gylle fra søer og smågrise er fra en ejendom med gyllekøling.



Figur 5. Tab af metanpotentiale som funktion af oplagringstid ved henholdsvis 10 °C og 20 °C.

To reaktorer er bedre end én

Svensk litteraturstudie peger på store fordele ved at opdele biogasproduktionen i flere trin, men der er betydelige variationer i gasproduktionen afhængigt af de enkelte studier. Tendensen er dog ikke til at tage fejl af: To reaktorer koblet i serie er bedre end kun én reaktor.

Det er Avfall Sverige, der via et omfattende litteraturstudie har samlet resultaterne fra op imod 70 videnskabelige artikler om fordelene ved at dele biogasprocessen op i flere trin. De fleste resultater baserer sig på laboratorieforsøg, da der kun er udført ganske få forsøg på fuldskala-anlæg.

Mange biogasanlæg kæmper med en lav gasproduktion, fordi en stor del af det organiske materiale passerer gennem anlægget uden at blive ordentligt omsat. For at øge gasudbyttet

kan der anvendes forskellige metoder til forbehandling af biomassen, men mange af de metoder er energi-krævende, ligesom der ofte vil være behov for tilsætning af forskellige kemikalier eller enzymer.

En forholdsvis enkel og billig løsning består i at opdele biogasprocessen i to trin. Det kræver naturligvis, at biogasanlægget er udstyret med flere reaktortanke, så biomassen skal passere mindst to tanke, der er koblet i serie. Det svenske studie viser, at den løsning giver et større gasudbytte, men den peger også på andre fordele i form af bedre hygiejnisering og en mere stabil proces.

Hos Lemvig Biogas, der netop har afsluttet et større projekt om seriedrift (se artiklen på næste side), kan man ikke genkende til de to første punkter, men man har svært ved at forstå, at seriedrift kan give en mere stabil drift:

–Det forholder sig nærmere omvendt, siger Lars Kristensen, der er direktør for Lemvig Biogas.

– Hvis man i stedet for én tanke på 10.000 m³ har to tanke i serie på hver 5.000 m³, så vil opholdstiden blive halveret i hvert trin. Det vil alt andet lige give en mere ustabil proces med større tendens til skumnininger, forklarer direktøren.

Resultaterne i den svenske undersøgelse varierer meget mellem de enkelte studier, og det gør det vanskeligt at drage entydige konklusioner (tabel 1), men tendensen er ikke til at tage fejl af: To reaktorer er bedre end én.

Kilde: Rapport U 2010:06 Rötning med inledande biologiskt hydrolyssteg för utökad metanutvinning på avloppsreningsverk och biogasanläggningar. Förstudie. Avfall Sverige. Rapporten kan downloadas fra www.avfallsverige.se. TS

Studie	Biomasse	Temperatur i 1. trin	Temperatur i 2. trin	Forskel i metanutbytte	Forskel i organisk materiale
Andrzejak m.fl. (2004)	Spildevandsslam	37	37	31	21
Bhattacharya m.fl. (1996)	Spildevandsslam	35	35		2-6
Bhattacharya m.fl. (1996)	Spildevandsslam	35	35		9
Cooney m.fl. (2007)	Glukose og gær	35	35	+	
Demirer och Chen (2004)	Kvæggylle	35	35	7-65	
Demirer och Othman (2008)	Spildevandsslam	60	35		26-49
Ghosh m.fl. (1995)	Spildevandsslam	37	35		17-70
Kunte m.fl. (2004)	Fæces fra mennesker	30	30	25	
Liu m.fl. (2006)	Organisk husholdningsaffald	37	37	21	
Nges och Liu (2009)	Spildevandsslam	25/50/70	37	7/12/5,5	
Nielsen m.fl. (2004)	Kvæggylle	68	55	6-8	9
Oechsner m.fl. (2009)	Majsensilage	55	37	- 8,4	
Oles m.fl. (1997)	Spildevandsslam	55-60	37	16,5	25
Park m.fl. (2008)	Husholdningsaffald	55	55	0	
Pavan m.fl. (2000)	Organisk affald	35/55	55		
Watts m.fl. (2006)	Spildevandsslam	47/54/60	37		0/0/46
Wen m.fl. (2007)	Kvæggylle	35	35		
Yang m.fl. (2003)	Valle	55	55	6	
Yilmaz och Deirer (2008)	Kvæggylle	35	35		

Tabel 1. Forskellen på gasudbytte og omsætning af organisk materiale i forskellige studier. I det første studie med spildevandsslam (Andrzejak m.fl., 2004) blev metanutbyttet øget med 31 procent, og det organiske materiale blev reduceret med 21 procent ved, at processen blev delt op i to trin. Forskellen på gasudbyttet i de andre studier er knap så markante, men tendensen er ikke til at tage fejl af: To reaktorer koblet i serie er bedre end kun én reaktor.



Fem procent mere gas med to reaktorer

Danske biogasfællesanlæg kan forvente en stigning i gasproduktionen på fem procent ved at koble to reaktorer i serie. Samtidig reduceres risikoen for spredning af sygdomme, ligesom udslippet af drivhusgasser falder markant.

Der har været sagt og skrevet meget om seriedrift af biogasanlæg, men nu skulle det være ganske vist: To reaktorer i serie giver cirka fem procent mere gas, end hvis reaktorerne er koblet parallelt som i et simpelt ét-trinsanlæg. Det viser en række forsøg i fuld skala hos Lemvig Biogas, som Energinet.dk har støttet med 657.000 kroner fra PSO-programmet ForskEL.

Direktør for Lemvig Biogas, Lars Kristensen, er positivt overrasket over resultatet, som han spår, kan få stor betydning for biogasbranchen:

– En produktionsforøgelse på fem procent uden nævneværdige ekstra driftsomkostninger kan være afgørende for, om økonomien hænger sammen, siger direktøren, der forventer, at systemet hurtigt vil brede sig til andre anlæg.

Han forklarer, at den ekstra gasproduktion opstår, fordi risikoen for at ubehandlet gylle passerer gennem anlægget minimeres:

– Når en reaktor får tilført frisk gylle i toppen, bliver en tilsvarende mængde pumpet ud fra bunden. Det sker

under konstant omrøring, og dermed vil der altid være en risiko for, at noget af gyllen ryger direkte fra indløb til udløb eller kun opholder sig i reaktoren i en meget kort periode.

– Hvis man kobler to reaktorer i serie, er det meget lidt sandsynligt, at det samme mønster vil gentage sig i reaktor nummer 2. Risikoen for at den mængde gylle, som fik en kort opholdstid i den første reaktor, også vil få en kort opholdstid i den næste, er reduceret med en faktor 500, forklarer Lars Kristensen og henviser til, at der grundlæggende set er tale om sandsynlighedsberegninger.

Bedre hygiejnisering

Det er primært to reaktorer i serie, der kan give en merproduktion. Tre eller flere reaktorer i serie medfører ikke yderligere produktionsstigninger, men derfor kan det alligevel være en god idé, at gyllen skal passere mere end to trin.

Seriedrift har nemlig ikke kun betydning for gasproduktionen. Det er også med til at reducere risikoen for spredning af virus og salmonella, og det åbner mulighed for, at man kan undvære et særskilt hygiejniseringstrin, hvor biomassen skal opbevares i mindst én time ved 70 °C. Det er således tilfældet i Lemvig, hvor man har fået Fødevarermyndighedernes godkendelse til at droppe hygiejniserings-

tanken, fordi man blandt andet har valgt at køre ikke bare to, men hele tre reaktorer i serie.

Miljøfordele

For at kunne vurdere effekten af seriedrift har det været nødvendigt at kunne bestemme omsætningseffektiviteten. Det vil sige, hvor meget af det tilførte metanpotentiale, der reelt bliver omsat til gas på anlægget.

Potentialet kan imidlertid være vanskeligt at bestemme på grund af de daglige variationer i den tilførte biomasse. Derfor er det bestemt indirekte ved at sammenligne den målte gasproduktion på anlægget med en vurdering af restpotentialet i den afgassede biomasse. Sidstnævnte er sket ved, at driftslederen løbende har sendt prøver til Danmarks Tekniske Universitet, der råder over det nødvendige udstyr til at kunne analysere biomassen.

Resultaterne viser, at serieudrådning medfører en reduktion i restpotentialet for den udrådnede gylle i området 30-50 procent. En sådan reduktion har nogle klare miljømæssige fordele, da udslippet af drivhusgasser i forbindelse med lagring, håndtering og udbringning af den afgassede gylle vil blive reduceret markant.

Læs mere på www.lemvigbiogas.com

TS

Koldpresset rapsolie giver flere havarier og flere partikler

Det kan blive en dyr fornøjelse at skifte den traditionelle dieselolie ud med koldpresset rapsolie. Det kræver ikke blot en dyr og besværlig ombygning af motoren – det giver også langt flere driftsproblemer.

Koldpresset rapsolie er ofte blevet markedsført som et miljøvenligt alternativ til biodiesel, og mange bilejere har i miljøets navn valgt at bygge deres biler om til den rå, uforarbejdet rapsolie.

Men erfaringer viser, at det bestemt ikke er uproblematisk at begynde at ændre på de mere ædle dele i en moderne dieselmotor. De viser en rapport om anvendelse af rapsolie i varevogne, som Center for Grøn Transport under Trafikstyrelsen står bag. Heri konkluderes det blandt andet, at driften på koldpresset rapsolie har givet meget store driftsproblemer specielt set i forhold til det begrænsede kilometerantal, som bilerne har tilbagelagt.

Det mest iøjnefaldende problem var, at rapsolien blev opløst i smøreløsen, hvilket resulterede i havari af turboladeren på to af de involverede køretøjer.

Selve ombygningen af bilerne var heller ikke nogen nem opgave. Det tog generelt meget længere tid, end leverandøren af ombygningssættene havde angivet. I flere tilfælde var der problemer med placering af brændstoftanken og problemer med at opnå de korrekte tryk i brændstofs-systemet. Nogle installationer gav for dårlig køling af brændstoffet ved drift på diesel og dermed for høje temperaturer af brændstoffet, hvilket kan være med til at ødelægge pumpen.

Forfatterne til rapporten forklarer dog, at mange problemer formentlig kunne være undgået, hvis alle bilejerne havde udvist den nødvendige omhyggelighed under driften. Derfor anbefaler de, at anvendelse af koldpresset rapsolie kun bør finde sted under tæt opsyn.



Foto: Torben Skott/BioPress

Det er ikke nogen nem opgave at bygge en bil om til koldpresset rapsolie, og det kræver jævnligt eftersyn, hvis man skal undgå havarier, konkluderer Center for Grøn Transport.

Udslip af partikler

Rapporten sætter også et stort spørgsmålstegn ved de sundhedsmæssige følger af at skifte den traditionelle diesel ud med rapsolie.

Emissionsmålingerne viste således alle forhøjede udslip af partikler, når der blev brugt rapsolie i motorerne. Derudover var der generelt flere af de mindre partikler, herunder PAH, der er klassificerede som kræftfremkaldende.

Mens koldpresset rapsolie således kan være problematisk ud fra et sundhedsmæssigt synspunkt, er der noget som tyder på, at det modsatte kan være tilfældet, når der er tale om rapsolie, der er forarbejdet til biodiesel. I en anden rapport fra Center for Grøn Transport har man således registreret et 20 procent lavere partikeludslip, når almindelig diesel blev skiftet

ud med biodiesel. Tilsvarende blev udslippet af kulbrinte reduceret med godt 11 procent, mens der ikke kunne konstateres ændringer i udslippet af kvælstofoxid og kullite.

Spørgsmålet om kombinationen af biodiesel og almindelig diesel kan give anledning til et større udslip af nanopartikler, som norske forskere har antydnet (se artiklen på side 15), er endnu ikke undersøgt herhjemme.

Kilde:

Anvendelse af koldpresset rapsolie på varebiler, Center for Grøn Transport. Biodiesel Danmark, Center for Grøn Transport.

Begge rapporter kan downloades fra www.trafikstyrelsen.dk under Grøn transport/Tiltag til CO2-reduktion/Forsøg med biodiesel

TS



Biodiesel kan øge risikoen for kræft

Norske forskere advarer nu om at bruge biodiesel som erstatning for fossile brændsler. De ultrafine partikler fra udstødningen kan trænge ind i kroppen og øge risikoen for kræft samt give skader på arveanlæggene.

Det har længe været kendt, at udslippet af kvælstofoxider stiger, når man hælder biodiesel i tanken. Men nu viser resultater fra det uafhængige forskningsinstitut Vestlandsforskning i Norge, at der også dannes nye, hidtil ukendte giftstoffer, når man kører på en blanding af biodiesel og fossil diesel.

– Vi har fundet ud af, at der dannes en ny type, sundhedsfarlig udstødning. Det er bekymrende. Nu er det nødvendigt, at sundhedsmyndighederne undersøger sagen nærmere, og får resultaterne bekræftet med andre studier, siger Otto Andersen fra Vestlandsforskning til Teknisk Ukeblad.

Biodiesel giver anledning til et større udslip af nanopartikler end almindelig diesel, og mange af disse partikler er så små, at de ikke bliver opfanget af bilernes partikelfiltre.

Det er kombinationen af biodiesel og fossil diesel, der bekymrer Otto Andersen, og han undrer sig over, at man ikke har taget det emne op noget før.

– I de allerfleste studier har man undersøgt hvert brændstof for sig, og

derfor ved vi alt for lidt om blandingsprodukterne, siger Otto Andersen.

I Danmark vil der fra næste år blive blandet syv procent biodiesel i dieselprodukter fra alle tankstationer.

Udstødningen fra fossil dieselolie kan indeholde PAH, også kendt som tjærestoffer. Biodiesel giver ikke anledning til udslip af PAH, man derimod af fedtsyremetylestere (FAME).

Forbrændingen i en dieselmotor er ikke 100 procent effektiv, og når forbrændingen er ufuldstændig, slipper der små mængder FAME-molekyler ud i luften, som køles ned og kondenserer.

PAH er i sig selv et potentielt kræftfremkaldende stof, og når det blandes med FAME, kan det få nye egenskaber. FAME gør det lettere for PAH at trænge ind i cellerne, og dermed øges risikoen for kræft, ligesom der kan opstå skader på arvematerialet.

Ondt i hovedet

I Trondheim vedtog kommunen i 2007 en ambitiøs klimaplan, der skulle reducere CO₂-udslippet fra kommunens køretøjer med 40 procent. Et af midlerne var, at alle de tunge køretøjer skulle køre på ren biodiesel fra 2009, men det har en række problemer med kvalme og hovedpine blandt chaufførerne nu sat en stopper for.

– Jeg fik kvalme og blev utilpas – ikke mindst når bilen gik i tomgang. Det lugtede intenst af frituregryde,

ligesom på en grillbar. Det var så kraftigt, at man skulle tro, kattene ville komme rendende efter bilen, fortæller en af chaufførerne hos Trondheim kommune Terje Fossen til Teknisk Ukeblad.

– Først var vi vældigt usikre. Nogen fik hovedpine og kvalme, andre fik ingen symptomer. Selv folk, der arbejder med de samme opgaver, reagerede meget forskelligt. Men vi betragter det som et arbejdsmiljøproblem som vi må tage alvorligt, siger Bjørn-Ove Berthelsen fra kommunens miljøafdeling til Teknisk Ukeblad.

Otto Andersen fra Vestlandsforskning mener, at det øgede udslip af nanopartikler kan forklare en del af de symptomer, som chaufførerne oplever. Han henviser blandt andet til finske forskningsresultater, der konkluderer, at udslippene af partikler på under ti nanometer er fem til ti gange højere ved biodiesel end ved fossil diesel.

– Biodiesel er i sig selv ugiftigt, men mange af de restprodukter som opstår, når biodiesel forbrændes, kan være giftige. Der kan dannes rester af metylestre, og det kan give alkoholer, aldehyder og ketoner, samt cykliske hydrokarboner. Mange af disse stoffer, ved vi, kan forstyrre nervesystemet og kan udløse hovedpine, siger Otto Andersen til Teknisk Ukeblad.

Læs mere på www.tu.no.

TS

Dansk forskning i front

Danske forskere klarer sig godt i den internationale konkurrence; men trods fremgang det seneste år halter samarbejdet med erhvervslivet stadig. Det viser 2010-udgaven af Forskningsbarometeret, som Viden-skabsministeriet står bag.

– Danske forskere klarer sig godt i den skarpe internationale konkurrence. Det er et godt udgangspunkt, når vi skal anvende og omsætte ny viden til innovation, vækst og arbejdspladser i erhvervslivet. Men der er stadig mange uudnyttede potentialer gemt i det offentligt-private samarbejde, siger viden-skabsminister Charlotte Sahl-Madsen.

Dansk forskning er af høj kvalitet i international sammenhæng, viser analyserne i Forskningsbarometer 2010. Målt på antallet af videnskabelige publikationer per indbygger og på, hvor ofte forskerne bliver citeret, ligger Danmark blandt de tre bedste lande i OECD. Og når det gælder succésraten med hensyn til ansøgninger til EU's forskningsprogrammer, erobrer de danske forskningsmiljøer en ren førsteplads. Med hensyn til samspillet med erhvervslivet ligger Danmark "kun" i midterfeltet, men her er der alligevel tale om en fremgang i forhold til sidste års placering.

Forskningsbarometer 2010 viser endvidere, at danske forskere har et relativt intenst samarbejde med udenlandske kolleger. Mere end hver anden af de danske, videnskabelige artikler er udarbejdet i samarbejde med udenlandske forskere. Det er mere end en fordobling på 25 år.

På europæisk plan er der hård konkurrence om de særligt prestigefyldte stipendier fra Det Europæiske Forskningsråd, ERC. I alt 18 af de godt 1.000 første stipendiater arbejder ved danske forskningsinstitutioner, og dermed ligger Danmark på en pæn europæisk 7. plads målt i forhold til befolkningsstørrelse. TS

Grønt lys til Biogasol

Biogasol har nu fået grønt lys fra EUDP til at etablere et stort pilot-anlæg til produktion af 2. generations bioethanol på Bornholm. EUDP støtter projektet med 78 millioner kroner, efter at teknologien og finansieringen af det 200 millioner kroner dyre anlæg er faldet på plads.

Tilskuddet på 78 millioner kroner har været reserveret til Biogasol siden februar 2009, men før selskabet kunne få pengene udbetalt, skulle to kriterier være opfyldt: Biogasol skulle stille sikkerhed for de resterende 122 millioner, der skal til, for at anlægget kan blive en realitet, og derudover skulle de dokumentere, at teknologien er klar til opskalering.

Finansieringen kom på plads i foråret, da Biogasol blev købt af kapitalfonden Fjord Capital Partners, og for nylig har et af verdens førende firmaer inden for medicinal- og biotekindustrien, NNE Pharmaplan, vurderet teknologien for EUDP.

– Vurderingen viser, at der ikke skulle være nogle væsentlige hindringer for, at teknologien kan opskaleres, fortæller projektkonsulent i EUDP, Jan Büniger.

– Biogasol har afleveret de rapporter, de skulle. Resultaterne inden for deres to kerneteknologier, forbehandling og C5 fermentering, ser lovende ud, så der er al mulig grund til at gå videre.

– Der er naturligvis altid en risiko ved den type projekter, men det er opdelt i faser, så projektet kan stoppes undervejs, hvis noget går galt. I øvrigt skal Biogasol betale 62 øre, for hver gang vi betaler 38 øre, så begge parter har en klar interesse i, at det bliver en succes, lyder det fra Jan Büniger.

Klar til drift i 2012

Biogasol er allerede gået i gang med projekteringen, og man er i færd med at forhandle med de forskellige samarbejdspartnere om den endelige udformning af anlægget. Målet er at få byggeriet i gang på Bornholm medio 2011, så det kan være klar til drift i 2012.

Anlægget vil på årsbasis kunne producere cirka fem millioner liter bioethanol, 3.000 MWh el og 7.000 tons biopiller, hvoraf hovedparten vil blive brugt til at forsyne demonstrationsanlægget med energi. Råvarerne bliver i første omgang halm, leveret af øens landmænd, men på sigt er det planen, at der også skal kunne anvendes andre former for restprodukter.

Ud over de 78 millioner kroner til anlægget på Bornholm har EUDP bevilget godt 12 millioner til forskellige aktiviteter, der skal understøtte projektet. Pengene er bevilget til Aalborg Universitetscenter og BioGasol.

Medstifter og tidligere direktør i BioGasol, Birgitte Ahring, er ikke læn-gere medejer af virksomheden. TS



Biogasols pilotanlæg til henholdsvis forbehandling af biomasse (til venstre) og til fermentering af C5 sukker (til højre). Begge anlæg er placeret hos virksomheden i Ballerup, der i dag har 30 ansatte. Teknologien skal nu opskaleres til et pilotanlæg med en årlig produktion på fem millioner liter bioethanol, 3.000 MWh el og 7.000 tons biopiller.

Nye busser skal køre på en blanding af diesel og biogas

Volvo har udviklet en ny bustype, der kører på en blanding af diesel og biogas. De første 11 busser skal leveres til Vårgårda bustrafik nordøst for Göteborg. Busserne skal som minimum have tilført 30 procent af brændstoffet som diesel, men de kan også køre på ren diesel, hvis der bliver mangel på biogas.

Volvo har i en årrække leveret busser, der kører på en blanding af biogas og naturgas, men erfaringerne har vist, at det er en kompliceret teknologi, der kræver omhyggelig vedligeholdelse. Hertil kommer, at en gasmotor er baseret på samme teknologi som en benzinmotor, og dermed når man slet ikke op på samme virkningsgrad, som en dieselmotor kan præstere.

– En dieselmotor er 30-40 procent mere effektiv end dagens gasmotorer. I en tid, hvor vi er nødt til at reducere samfundets samlede energiforbrug, er det vigtigt at satse på de mest effektive motorer, siger Edward Jobson, der er miljøchef hos Volvo Busser

AB Volvo deltager nu i et projekt, der skal demonstrere fordelene ved at bruge de energieffektive dieselmotorer til et miljøvenligt brændstof som biogas. Projektet, der har fået 24 millioner kroner i støtte fra det svenske energiministerium, omfatter både lastbiler og busser til regional trafik.

Teknologien er baseret på en traditionel dieselmotor, hvor en mindre mængde diesel bruges til tænding,



Foto: Volvo

Volvos nye dieselmotor kan køre på en blanding af 30 procent diesel og 70 procent biogas. Motoren er 30-40 procent mere effektiv end en traditionel gasmotor.

men op til 70 procent af brændstoffet kan bestå af biogas, som sprøjtes ind i indsugningen.

Og chaufføren kan slappe helt af, hvis han bevæger sig ud i et område, hvor man ikke kan tanke biogas eller naturgas. Motoren fungerer udmærket på 100 procent diesel, men for at opnå de miljømæssige fordele gælder det om at bruge så stor en mængde biogas som muligt.

Volvo Busser har for nylig fået den første ordre på 11 busser med den nye teknologi til Vårgårda bustrafik.

Her skal busserne indgå i den regionale bustrafik fra sommeren 2011. Gastankene placeres på taget, så antallet af siddepladser svarer til en bus med traditionel dieselmotor.

I Danmark har systemet med at bruge dieselmotorer til biogas været brugt på flere gårdbiogasanlæg og ikke mindst lossepladsanlæg, hvor gaskvaliteten kan være meget svingende. Her er det en stor fordel, at tændingen er baseret på diesel, så man ikke risikerer, at motoren går i stå, fordi gaskvaliteten varierer. TS

Ekspertgruppe skal effektivisere dansk videnspredning

Videnskabsminister Charlotte-Sahl Madsen nedsætter ekspertgruppe, der skal komme med forslag til effektiv videnspredning fra videninstitutioner til små og mellemstore virksomheder.

– Mange virksomheder har under den økonomiske krise set nødvendigheden af at styrke samarbejdet med offentlige videninstitutioner om ny viden og innovation. Ved at åbne egne innovationsprocesser og inddrage ny

viden, der allerede eksisterer, kan små og mellemstore virksomheder både reducere omkostningerne til ny viden og styrke deres fornyelse. Den strategi hjælper virksomhederne til øget vækst og beskæftigelse, siger videnskabsminister Charlotte Sahl-Madsen.

– Vi skal sørge for, at viden fra offentlige videninstitutioner kommer så hurtigt frem til virksomhederne som muligt. Jeg har derfor nedsat en ekspertgruppe, som skal se på, hvordan

vi kan få en endnu mere effektiv videnspredning til de små og mellemstore virksomheder i Danmark. Vi skal have gang i "Videnspredning 2.0", siger Charlotte Sahl-Madsen.

Ekspertgruppens opgave er at undersøge og komme med forslag til en mere effektiv videnspredning. Arbejdet skal være afsluttet inden udgangen af februar 2011, så gruppens konklusioner kan indgå i opfølgningen på arbejdet i regeringens Vækstforum. TS

Økonomien i biobrændstoffer afhænger helt af olieprisen

Hvis olieprisen sniger sig op på omkring 100 dollar per tønde, vil der være økonomi i biobrændstoffer. Det viser en ny samfundsøkonomisk analyse, som Danmarks Miljøundersøgelser står bag.

Der er to forhold, som er helt afgørende for økonomien i biobrændstoffer. For det første er der prisen for det brændstof, man erstatter, og for det andet er der prisen på de råstoffer, som landbruget skal levere i form af hvede, raps eller halm. Selve produktionsformen har naturligvis også en vis indflydelse på økonomien, men den er meget begrænset i forhold til råolieprisen, som er den helt afgørende faktor.

Forskere fra Danmarks Miljøundersøgelser har regnet på, hvor meget olieprisen skal stige, før der kommer økonomi i biobrændstoffer, og deres konklusion er, at prisen skal op på omkring 100 dollar per tønde (se tabel 1). Med den nuværende oliepris på omkring 65 dollar/tønde vil den samfundsøkonomiske gevinst være negativ – især hvis andelen af biobrændstoffer når op på 25 procent i 2030, som er et af de to scenarier, forskerne har regnet på. I det andet scenarie når andelen op på ti procent i 2020, svarende til EU's målsætning på området.



Foto: www.shell.com

Olieprisen skal op på 100 dollar/tønde, før det samfundsøkonomisk kan betale sig at bruge biobrændstoffer.

Reduktionerne i udslippet af drivhusgasser varierer fra to til seks procent i forhold til Danmarks samlede udslip i 2008. Forskerne har også vurderet udslippet af NO_x, SO₂, flygtige kulbrinter, ammoniak, kulilte og partikler, men her viser det sig, at mængden af biobrændstoffer kun har minimal betydning for det samlede udslip af skadelige stoffer.

Rapporten Samfundsøkonomisk well-to-wheel-analyse af biobrændstoffer. Scenarieberegninger for rapsdiesel (RME) og 1.- og 2.-generations bioethanol kan downloades fra www.dmu.dk under udgivelser. TS

	Scenarie 1			Scenarie 2	
	2010	2020	2030	2010	2020
65 dollar per tønde råolie					
Reduktion af drivhusgasser	- 2 %	- 4 %	- 4 %	- 2 %	- 6 %
Velfærdsøkonomisk gevinst i mio. kr.	- 391	- 565	- 600	- 391	- 783
Pris per ton CO ₂ -ækvivalent i kr.	409	277	253	409	290
100 dollar per tønde råolie					
Reduktion af drivhusgasser i procent	- 2 %	- 3 %	- 4 %	- 2 %	- 5 %
Velfærdsøkonomisk gevinst i mio. kr.	189	553	673	189	922
Pris per ton CO ₂ -ækvivalent i kr.	- 161	- 230	- 246	- 161	- 204

Fornyelsesfonden støtter H2 Logic

Fornyelsesfonden støtter nu 14 virksomheder med cirka 70 millioner kroner. Midlerne skal hjælpe nye grønne teknologier og løsninger hurtigere ud på markedet. Projekterne spænder fra brændselsceller og energibesparende ventilationsanlæg til vandrensning og miljøvenlig fødevareremballage. Blandt modtagerne er H2 Logic A/S, der har fået 3,8 millioner kroner til afprøvning af 3. generations gaffeltrucks med brændselsceller samt tilhørende udstyr til optankning af brint.

– Der ligger et enormt potentiale i at nå først ud på verdensmarkedet med de rigtige teknologier og løsninger. Danske virksomheder ligger ofte helt i front, når det gælder udvikling af ny grøn teknologi, men vi skal også have den afprøvet og gjort markedsklar. Det er her, Fornyelsesfonden nu træder til med en hjælpende hånd, siger formanden for Fornyelsesfonden Carsten Bjerg.

Fornyelsesfonden støtter virksomheders forretningsmuligheder inden for grøn vækst og velfærd samt nye erhvervs muligheder i hårdt ramte områder. Frem til 2012 skal fonden uddele 760 millioner kroner til projekter, som kan skabe vækst, beskæftigelse og eksport.

Kilde: www.fornyelsesfonden.dk

USA tillader E15

De amerikanske miljømyndigheder EPA har for nylig hævet grænsen for iblanding af ethanol i benzin fra 10 til 15 procent for biler, der er mindre end tre år gamle.

Beslutningen sker efter, at de amerikanske myndigheder har undersøgt, hvordan E15, som brændstoffet kaldes, påvirker motoren og bilens udledning af forskellige stoffer. Yderligere undersøgelser skal afgøre, om E15 også skal være tilladt for køretøjer produceret efter 2001.

Læs mere på www.epa.gov.

Scania satser på ny motortype til biobrændstoffer

Scania vil udvikle en helt ny motortype, hvor man kombinerer dieselmotorens høje virkningsgrad med benzinmotorens lave udslip af skadelige partikler. Motoren skal både kunne køre på bioethanol og gasformige brændsler som biogas.

Scania har fået 30 millioner kroner i støtte af Autostrategisk Forskning og Innovation (FFI) i Sverige til udvikling af den nye miljøvenlige motor, som blandt skal bruges i fremtidens lastbiler og busser.

– Motoren vil kunne reducere udslippet af drivhusgasser fra transportsektoren, samtidig med at udslippet af skadelige kvælstofoxider, kulbrinter og partikler vil blive minimeret, fortæller Jonas Hofstedt, der er senior vicepræsident og chef for motorudviklingen hos Scania.

Scania har fået midlerne fra FFI til at forske i systemer til indpumpning og antændelse af brændstoffet, gasudveksling, ventilindstilling, recirkulation af udstødningssamt anvendelse af avancerede katalysatorer til rensning af udstødningssammen.

– Offentlig støtte til vores klima- og miljøinitiativer giver et godt bidrag til forskning, som vil føre til kommercielt levedygtige motorer med betydeligt højere effektivitet og lavere miljøbelastning, end det er muligt med den



Foto: Scania

Scania er kendt for at producere stabile, højtydende motorer i den tunge ende af skalaen. Her er det en lastbil til transport af træ med en otte-cylinderet dieselmotor.

nuværende teknologi, siger Jonas Hofstedt.

Projektet med udvikling af den nye motor inddrager eksperter fra Royal Institute of Technology (KTH), Lunds Universitet og Chalmers.

– Det er mit håb, at vores nære samarbejde med tre af landets førende institutioner for ingeniøruddannelser vil føre til en øget interesse for uddannelser inden for miljøvenlige forbrændingsmotorer. At fastholde og

udvikle ekspertise på disse områder er afgørende for den svenske bilindustriens fremtidige konkurrenceevne, siger Jonas Hofstedt.

Projektet er en del af det bilaterale samarbejde mellem Sverige og Brasilien, hvor Scania deltager i et miljø-samarbejde med Vale Soluções em Energia SA (VSE) om udvikling af ethanol og gasdrevne motorer.

Kilde: se.scania.com/media.

TS

Ok til GoBiGas

EU har nu godkendt, at den svenske stat kan udbetale et tilskud på 222 millioner kroner til GoBiGas, der er et af verdens mest ambitiøse projekter inden for termisk forgasning.

GoBiGas står for Gothenburg Biomass Gasification og ledes af Göteborg Energi i samarbejde med energiselskabet E.ON. Projektet går ud på at bygge et stort forgasningsanlæg i Göteborg, som kan udnytte restprodukterne fra de svenske skove. Gassen skal efterfølgende omdannes til metangas, så den kan sendes ud på det svenske naturgasnet. TS

Tyskland er førende med affaldsforgasning

Tyskland er førende i Europa, når det drejer sig om at bruge husholdningsaffald til produktion af biogas.

Kapaciteten til bioforgasning af husholdningsaffald i Tyskland i 2010 forventes at være på 1,7 millioner tons efterfulgt af Spanien med 1,5 millioner tons og Frankrig med 800.000 tons.

Opgørelsen af antal anlæg og kapacitet i Europa gennem de seneste 20 år er baseret på anlæg, hvor mindst 10 procent af det organiske affald, der behandles på anlægget, er husholdningsaffald.

60 procent af den installerede kapacitet er baseret på en tør proces, og på langt de fleste anlæg behandles husholdningsaffald alene – begge dele er stort set ukendt i Danmark. Fermentering med andet affald anvendes kun på 8 procent af anlæggene.

Ved udgangen af 2010 vil der være næsten lige så stor kapacitet installeret for blandet husholdningsaffald som for kildesorteret organisk affald. En del af de nye anlæg forventes at erstatte udtjente komposteringsanlæg.

Kilde: www.affaldogressourcer.dk

Verdens største investeringsprogram

Den 9. november lød startskuddet til verdens største investeringsprogram for demonstrationsprojekter inden for CO2-lagring (CCS) og vedvarende energi.

Det er Europakommissionen, der står bag det ambitiøse program, der omfatter projekter inden for kulstoffattig energi (CCS) og vedvarende energi. Initiativet, der går under navnet NER 300, vil yde betydelig finansiel støtte til mindst otte projekter vedrørende opsamling og lagring af kulstof (CCS) og mindst 34 projekter inden for vedvarende energi.

Målet er at skabe nye grønne arbejdspladser og bidrage til at nå EU's ambitiøse klimamål. Den Europæiske Investeringsbank samarbejder med Kommissionen om gennemførelsen af programmet. Interesserede virksomheder har tre måneder til at indgive bud på nationalt plan.

– NER 300-initiativet er et godt eksempel på, at EU-27 kan gøre mere, end vi kan gøre hver for sig. Ved at anvende indtægter fra salg af CO2-kvoter vil der være 4,5 milliarder EUR til rådighed til innovative teknologier inden for vedvarende energi og opsamling og geologisk lagring af kulstof, siger klimakommissær Connie Hedegaard.

Med projektsponsorers og medlemsstaternes bidrag vil det give i alt 9 milliarder EUR. Det kan give den nødvendige fremdrift og sikre, at EU fastholder førerpositionen, når det gælder klimavenlig teknologi, lyder det fra klimakommissæren.

Med første indkaldelse af forslag i dag er startskuddet givet til gennemførelsen af NER 300. Initiativet har fået sit navn, fordi det finansieres af indtægterne fra de 300 millioner emissionskvoter i reserven for nytillkomne (New Entrants Reserve) under EU's emissionshandelsordning. Opgjort i kvoternes nuværende markedspris tegner initiativet sig for 4,5 milliarder EUR, hvilket gør programmet til det største af sin art i verden.

Læs mere om programmet på www.europa.eu/index_da.htm TS



Foto: Torben Skott/BloPress

Renere aske fra affaldsforbrænding

Fraseparering af de fineste askepartikler fra forbrændingsanlæg reducerer risikoen for udvaskning af tungmetaller. Metoden er dog ikke tilstrækkelig effektiv til, at asken kan genbruges som byggemateriale.

Svenskernes husholdningsaffald sendes i stadigt stigende grad til forbrændingsanlæg, og dermed vokser mængderne af aske, der skal behandles på en miljømæssig forsvarlig måde. Ubehandlet aske indeholder nemlig tungmetaller og andre problematiske stoffer, der gør asken uegnet til genbrug og placering på et almindeligt deponi. I mange tilfælde må asken derfor sendes til særlige deponeringsanlæg, hvilket er en dyr løsning.

Forskningscentret Waste Refinery under SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har derfor undersøgt, om man kan genbruge en større del af asken, hvis man sigter de små partikler fra. Det er sket ud fra en antagelse om, at udvaskning fra de små partikler er højere end fra de større partikler i asken.

Undersøgelsen er baseret på bund og flyveaske fra to svenske forbrændingsanlæg, der begge modtager en blanding af husholdningsaffald og industriaffald.

Resultaterne viser, at hypotesen holder. Dog udgør sulfat en væsentlig undtagelse i én af de tre prøver, idet udvaskningen var markant højere for de grove fraktioner end for den usigtede aske.

På trods af det overordnet set positive resultat overstiger udvaskningen af en del kemikalier stadig de gældende grænseværdier for selv den groveste askefraktion. Desuden umuliggør kemikalieindholdet i sig selv, at nogle af prøverne kan benyttes som sekundært byggemateriale. Metoden kan altså benyttes til at producere en mere stabil aske, men det er ikke tilstrækkeligt til, at asken kan genanvendes eller opbevares på et almindeligt deponi.

Kilde: www.affaldogressourcer.dk

Rapporten *Siktning av askor från avfallsförbränning* kan downloades fra wasterefinery.se under publikationer/rapporter. TS

SCF Technologies i alvorlige vanskeligheder

Opførelsen af et pilotanlæg, der skal demonstrere den avancerede Catlig teknologi i større skala, hænger i en tynd tråd. Ejeren af teknologien, SCF Technology, fik i 2009 et tilsagn fra EUDP om godt 9 millioner kroner i støtte til etablering af et pilotanlæg i tilknytning til Vattenfalls kraftvarmeværk i Aalborg. Her var det planen, at gylle og slam skulle omdannes til bioolie, men Vattenfall droppede projektet på grund af økonomien.

Derefter forsøgte man at få anlæget placeret hos Affaldsplus i Næstved, finansieret via en aktieemission, men også det mislykkedes. For nylig valgte ledelsen så at fyre alle medarbejdere, og i en børsmeddelelse fra den 25. november skriver den administrerende direktør Ulrik Jensen, at selskabet vil indgive konkursbegæring, hvis det ikke lykkes at skaffe ny kapital inden for de nærmeste uger. TS

Halmbenzin kan skabe en million nye jobs i EU

Inden 2020 vil 65 procent af EU's import af benzin kunne erstattes af bioethanol produceret ud fra halm. Det vil skabe op imod en million jobs i EU 27 og reducere udledningen af drivhusgasser fra de benzindrevne køretøjer med 42-50 procent.

Tallene fremgår af en ny rapport fra Bloomberg New Energy Finance, som Novozymes og det hollandske biotek-selskab DSN har sponsoreret.

I undersøgelsen fremhæver forskerne de økonomiske fordele EU, kan opnå ved at bruge husholdningsaffald og 25 procent af landbrugets restprodukter til biobrændstoffer.

– På et tidspunkt hvor vi alle stræber efter at skabe arbejdspladser og sikre Europas økonomiske fremtid, viser undersøgelsen, hvilke fordele vi kan opnå ved at bruge grønne brændstoffer. Næste generations biobrændstoffer vil kunne skabe op mod en million arbejdspladser og reducere udledningen af drivhusgasser fra de benzindrevne køretøjer med 42-50 procent, siger Steen Riisgaard, der er administrerende direktør i Novozymes.

Det hører dog med til billedet, at tallene gælder for 2020, hvor forbruget af benzin ifølge rapporten falder med 20 procent, fordi flere og flere



Foto: www.shell.com

En overgang til grønne brændstoffer vil skabe en omsætning på 31 milliarder euro i 2020

vælger at bruge biler til diesel i stedet for benzin.

Den økonomiske betydning for EU, og ikke mindst de virksomheder, der beskæftiger sig med grønne brændstoffer, vil være markant. I dag importerer EU omkring 85 procent af den råolie, som bruges til fremstilling af benzin, og det går ud over betalingsbalancen, ligesom det skaber en betydelig afhængighed af de olieproducerende lande.

– På et tidspunkt med lav global vækst kan en overgang til grønne

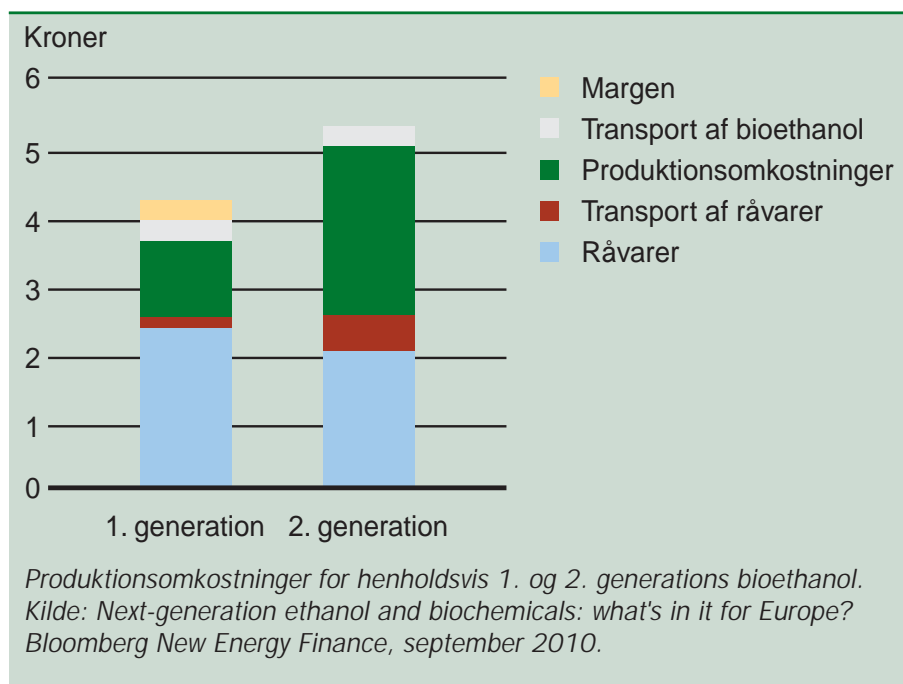
brændstoffer skabe en omsætning på 31 milliarder euro i 2020. Vi synes, det sender et stærkt signal til de europæiske politiske beslutningstagere om at handle nu, siger bestyrelsesmedlem i DSN, Stephan Tanda.

En femmer per liter

Produktion af bioethanol ud fra restprodukter som halm er dog ikke nogen helt billig løsning. Ifølge rapporten er prisen på 5,30 kroner/liter eller cirka 30 procent mere end 1. generations bioethanol, der koster 4,10 kroner/liter. Produktionsprisen for en liter benzin ligger i dag på omkring 3,50 kroner/liter, men her er brændværdien cirka halvdelen gang højere end for bioethanol.

Hvor langt man kan køre per liter afhænger dog af, hvor store mængder bioethanol, der bliver blandet i benzinen. Hvis der tilsættes under ti procent af det grønne brændstof, er der ikke nogen forskel på bioethanol og benzin, men hvis 85 procent af brændstoffet består af ethanol, vil rækkevidden blive reduceret med 15-20 procent. Bioethanol øger nemlig oktantallet, og det kan helt eller delvist kompensere for den lavere brændværdi.

Læs mere om bioethanol på www.bioenergy.novozymes.com. ■





Restprodukter – en uudnyttet resurse

Bioenergi behøver ikke komme fra korn, majs eller træ. Nye undersøgelser peger på, at der alene i Europa findes uudnyttede restprodukter på omkring 750 PJ. Det svarer til lidt under Danmarks samlede energiforbrug.

Af Jørgen Hinge

I de senere år har der været en intens debat om, hvorvidt det er bæredygtigt at anvende biomasse i større omfang til energiproduktion, herunder ikke mindst biobrændstoffer. Kritikken har især været rettet mod anvendelse af almindelige landbrugsafgrøder, men der har også været en vis skepsis over for at anvende halm og andre restprodukter, fordi det på sigt kan betyde en mindre frugtbar jord.

I EU projektet EUBIONET3 undersøges blandt andet det europæiske marked for uudnyttede "alternative" biomasseressourcer. Der er især fokus er på agroindustrielle affaldsprodukter, men alle potentielle biomasser kan tages i betragtning.

Baggrunden er ikke mindst, at der i årene fremover forventes at komme et stort pres på de "traditionelle" ressourcer som træ og halm. Stort set al-

Biomasselager hos Randers Kraftvarmeværk. Her har man gode erfaringer med at bruge restprodukter i form af blandt andet olivenskaller, kirsebærsten, solsikkekaller, sheaskaller med videre.

le lande er på jagt efter CO₂-neutrale brændsler, og mange har fokus på biomasse som et bæredygtigt alternativ til fossile brændsler.

Ingen nationale opgørelser

Informationer om mængder af agroindustrielle restprodukter har ofte vist sig at være vanskeligt tilgængelige. Der findes sjældent nationale opgørelser over disse produkter, selv fra relativt oplagte kilder som bryggerier og tobaksindustrien. Det betyder, at man i mange tilfælde må gætte sig til hvilke virksomheder, der kunne have produkter i overskud og derefter kontakte dem direkte. En del virksomheder er imidlertid tilbageholdende med at give den slags oplysninger, da det ofte betragtes som en konkurrenceparameter.

Opgørelserne i projektet er derfor baseret på partnernes kontakter i EU-landene samt projektdeltagernes vurderinger af det samlede potentiale.

Resultaterne viser, at der er ganske betydelige ressourcer, som ikke udnyttes i dag. De faktisk rapporterede mængder svarer til et energipotentiale på cirka 100 PJ, men de vurde-

ringer der følger med, estimerer et potentiale på cirka 300 PJ. Og det er stadig kun på basis af de biomasser, der er afdækket i forbindelse med direkte kontakter.

Tidligere erfaringer fra en scanning af det danske marked viser et potentiale på cirka 500.000 tons fra agroindustrielle restprodukter alene. Hvis det opskaleres til europæisk niveau – set i forhold til antallet af indbyggere – er potentialet på cirka 750 PJ. Det svarer til lidt under Danmarks samlede energiforbrug.

De største potentialer.

I de sydeuropæiske lande (Grækenland, Italien, Spanien og Portugal) udgør restprodukter fra olivenproduktionen langt den største resurse. Heller ikke her har de europæiske partnere kunnet fremskaffe præcise opgørelser, men baseret på en samlet olivenhøst på godt 10 millioner tons vurderes mængden af restprodukter at udgøre mere end 7 millioner tons om året. Det svarer til et teoretisk energipotentiale på mere end 150 PJ. Det skal dog nævnes, at energimæssig udnyttelse af olivenaffald

allerede i dag er i hastig vækst.

En anden stor resurse er kornafrens, der på europæisk plan vurderes at udgøre et teoretisk potentiale på 40 PJ. Herefter kommer en lang række "mindre" biomasser som for eksempel restprodukter fra produktion af planteolie udover olivenolie – det vil sige solsikke-skaller, sheaskaller med videre.

Flere lande har anført halm som en "uudnyttet alternativ resurse". Det kan måske virke besynderligt i et land som Danmark, hvor vi har brugt halm til energiproduktion siden midt i 70'erne, men i mange lande er det et stort set ukendt begreb.

Halmressurserne er ikke indregnet i ovennævnte vurderinger af uudnyttede potentiale. Det samme gælder for husdyrgødning, hvor der er et teoretisk potentiale i Europa på omkring 730 PJ. Den "blå" biomasse i form af

blandt andet alger er heller ikke med i opgørelserne. Der er en betydelig interesse for at udnytte disse ressourcer, men en række specielle forhold gør, at de ikke er med i den samlede opgørelse.

Udfordringer

Energimæssig udnyttelse af agroindustrielle restprodukter og andre "alternative biomasser" er ikke uden udfordringer. Ofte vil der være et højt vandindhold, der skal tages hensyn til, eller der kan være tale om en kemisk sammensætning, som giver problemer ved forbrænding. Derfor er det som udgangspunkt vigtigt at vælge den konverteringsform, der er bedst egnet til det pågældende produkt.

I et tidligere projekt har Teknologisk Institut set på mulighederne for at optimere restprodukters brændselsmæssige egenskaber. Resultater-

ne herfra udnyttes i EUBIONET 3 til at anvise metoder til forbehandling af restprodukterne, således at energiudnyttelsen optimeres.

Workshop i januar

Den 20. januar 2011 afholdes en workshop/konference om nye og alternative biomasser. Arrangementet, der afholdes i Randers, er bygget op omkring resultater fra de to EU-projekter EUBIONET3 og ENERCOAST.

Læs mere om workshop'en på www.cbmi.dk. Yderligere oplysninger om EUBIONET-projektet findes på www.eubionet.eu. EUBIONET projektet er støttet af Intelligent Energy Europe og Energinet.dk.

Jørgen Hinge er seniorkonsulent ved Teknologisk Institut, Center for Vedvarende Energi og Transport, e-mail jhi@teknologisk.dk.

Byaffald kan bruges som gødning

Affald fra byer indeholder store mængder næringsstoffer, der kan bruges som gødning. Nye forskningsresultater viser, at organisk affald fra byerne kan tilføres jorden uden risiko for, at andelen af multiresistente bakterier øges.

I takt med den stigende efterspørgsel på energiforbrænding, foder og fødevarer stiger behovet for at finde næringsstoffer, der kan sikre en høj landbrugsproduktion. De fleste forbrugere vil formentlig have en vis skepsis mod at bruge spildevandsslam, husholdningsaffald og urin til gødning af landbrugsarealer, men resultaterne fra et nyt ph.d. studie på KU-Life viser, at det godt kan lade sig gøre.

– Kvaliteten af affaldet er blevet væsentligt forbedret siden de første langtidsforsøg med genanvendelse af byaffald i jordbrug blev udført. Det skyldes en renere teknologi og outsourcing af tung industri, og derfor bør affald fra byer i dag betragtes som en vigtig gødningskilde, fortæller ph.d. studerende Pernille Hasse Busk Poulsen fra Institut for Jordbrug og Økologi, KU-LIFE.

Hendes studie er baseret på markforsøg, der blev påbegyndt i 2003,



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Affald fra byer bør betragtes som en vigtig gødningskilde.

hvor der årligt er tilført gødning i form af urin, spildevandsslam og kompost lavet af organisk køkkenaffald.

– Resultaterne viser, at affaldsprodukterne kan anvendes meget længe, uden der sker skadelige effekter på jordfunktionerne, altså at mikroorganismerne, der har stor betydning for jordens sundhed, stadig har det godt. Det skyldes blandt andet, at de akkumulerede mængder af tilførte tungmetaller – som har skadelig effekt på jord – ligger under de øko-toksikologiske grænseværdier, selv i behandlingen med forhøjet mængde spildevandsslam svarende til cirka 55 års normal tilførsel, forklarer Pernille Hasse Busk Poulsen.

Forskningsresultaterne viser også, at der ingen skadelige effekter er på den mikrobielle struktur i jorden, ligesom frygten for en øget mængde multiresistente bakterier kan være ubegrundet:

– Det kræver yderligere undersøgelser at bestemme de langsigtede effekter af gødningerne for tilstedeværelsen af antibiotikaresistente bakterier, men mine resultater viser ingen forskel i andelen af resistens i den behandlede og den ubehandlede jord, konkluderer Pernille Hasse Busk Poulsen.

Læs mere på www.agreco.life.ku.dk under instituttet i pressen. TS

Over en milliard til energiforskning i 2011

Regeringen afsætter 1,1 milliard kroner til energiforskning i 2011. Igennem de seneste år er bevilningerne til området fordoblet, og det høje niveau bliver nu fastholdt.

– Regeringen satte i 2010 barren højt med et historisk højt niveau for klima- og energiforskning. Vores udspil til globaliseringsforhandlingerne var at fastholde det rekordhøje niveau til næste år. Jeg er rigtig glad for, at der er bred politisk opbakning til denne linje, sagde klima- og energiminister Lykke Friis, efter at forhandlingerne om Globaliseringspuljen faldt på plads sidst i oktober.

I alt afsætter Regeringen 1,1 milliard kroner til energiforskning i 2011. Den største modtager er Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP), der til næste år råder over 400 millioner kroner.

Beslutningen om at fastholde det høje niveau for energiforskningen vækker begejstring hos brancheorganisationen Dansk Energi:

– Regeringen og oppositionen skal roses for at sende et stærkt signal om, at vækst, beskæftigelse og klima står højt på dagsordenen. Vi har sagt det før og siger det gerne igen: For energisektoren er det meget vigtigt, at regeringen tilgodeser en passende balance mellem strategisk og anvendelsesorienteret forskning. Det er derfor med stor tilfredshed, at niveauet af midler fastholdes med en fortsættelse af niveauet på 1,1 mia. også i 2011, siger Lars Aagaard, der er direktør i Dansk Energi.



Foto: Torben Skott/BloPress

Topsoe Full Cell er en af de 280 virksomheder, som EUDP har støttet med udviklingen af ny energiteknologi. Billedet viser en af de nye maskiner hos Topsoe, der bliver brugt til fremstilling af højtydende brændselsceller.

EUDP hjælper med at få nye og mere effektive energiteknologier fra laboratoriet og ud på markedet. Mere end 280 virksomheder, vidensinstitutioner og organisationer har deltaget i programmet siden 2008. For eksempel har Haldor Topsøe og Risø DTU samarbejdet om udvikling af brændselsceller, som partnerne håber, kan blive en industri med mange tusinde arbejdspladser. Et andet demonstrationsanlæg er udvikling af 2. generations bioethanol på Inbicon i Kalundborg, der skal give bilisterne et mere CO₂-venligt brændstof end benzin.

Kilde: www.ens.dk

Ny lov om EUDP

Regeringen har nu taget det første skridt i opfølgningen på Klimakommissionens rapport. Det sker med et nyt forslag om ændring af loven om EUDP.

Lovforslaget ændrer "Lov om et Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram", så det fremgår direkte, at programmet skal fremme uafhængighed af fossile brændsler.

– Udvikling af nye teknologier og løsninger er en vigtig faktor i en omkostningseffektiv omstilling til grøn energi. Vi vil derfor målrette de danske investeringer i energiteknologisk udvikling, så de i endnu højere grad understøtter en udvikling mod fossil uafhængighed, udtaler klima- og energiminister Lykke Friis i en pressemeddelelse.

Lovændringen betyder, at EUDP-programmet i højere grad vil kunne understøtte bestræbelserne på at gøre Danmark uafhængigt af fossile brændsler. Derudover indeholder lovforslaget en række ændringer, som skal fremme det internationale samarbejde og skabe grundlaget for et nyt program til større testfaciliteter: Green Labs DK.

EUDP ansøgninger for 315 millioner kroner

Det energiteknologiske udviklings- og demonstrationsprogram EUDP har modtaget 88 ansøgninger i årets anden ansøgningsrunde. Projekternes samlede totalbudget er på 758 millioner kroner, og der søges om i alt 315 millioner kroner i tilskud. Det er mere end tre gange så meget som årets resterende pulje.

Ansøgningerne dækker alle områder af energiteknologi. Der er især mange ansøgninger inden for energi-effektivisering. Derefter kommer bioenergi og vindenergi.

EUDP har i alt cirka 100 millioner kroner til rådighed i denne ansøgningsrunde, og der vil maksimalt kunne bevilges 10 millioner per projekt. Programmets budgetramme for næste år vil blive fastlagt i forbindelse med vedtagelsen af Finansloven for 2011.

Program	2010	2011
EUDP	412 mio. kr.	412 mio. kr.
Det Strategiske Forskningsråd	308 mio. kr.	276 mio. kr.
PSO	130 mio. kr.	130 mio. kr.
ELFORSK-programmet	25 mio. kr.	25 mio. kr.
Højteknologifonden	140 mio. kr.	162 mio. kr.
Green Lab	60 mio. kr.	70 mio. kr.
Nordisk Topforskning	15 mio. kr.	15 mio. kr.
Dansk bidrag til EU's forskningsprogrammer	49 mio. kr.	49 mio. kr.
I alt	1.139 mio. kr.	1.139 mio. kr.

LT-CFB forgasser – kommercialisering

Titel:	LT-CFB forgasser, videreudvikling og kommercialisering
Ansvarlig:	Danish Fluid Bed Technology ApS, e-mail peder.stoholm@catscience.dk, ☎ 4088 6327
Sagsnr.:	ForskEL-7504
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	4.000.000 kroner

Udgangspunktet for projektet var de gode resultater, der blev opnået i PSO-projekt nr. 4833, hvor der blev gennemført en række forsøg med et 500 kW forsøgsanlæg på DTU. Hovedopgaven var herefter at finde en vej frem i retning af videre opskalering, demonstration og kommercialisering.

På ansøgningstidspunktet var rammebetingelserne utilstrækkelige for den hidtidige projektpartner DONG Energy, så projektets partnere valgte at undersøge tre alternative placeringer hos henholdsvis Østkraft, CP-Kelco og Daka. Under projektets gennemførelse blev såvel rammebetingelser som DONG Energy's strategi imidlertid ændret, hvilket førte til, at selskabet overtog LT-CFB teknologien i december 2009. Som et første skridt bliver der nu etableret et 6 MW demoanlæg ved Asnæsværket med forventet opstart i foråret 2011.

I PSO projektet er der endvidere blevet bygget et nyt mobilt 100 kW LT-CFB anlæg til den videre optimering af processen og til korttidsforsøg med nye brændsler. 100 kW anlægget kan ses som en opdatering af det oprindelige 50 kW anlæg. På det nye anlæg er der udført en række vellykkede forsøg med halm samt restfibre fra CP-Kelco. Endvidere er det eksperimentelt påvist, at det er muligt at afkøle den tjæreholdige gas til cirka 300 °C og rense gassen i et posefilter, så den kan anvendes i naturgasfyrede kraftværkskedler.

Med det nye mobile anlæg bliver det fremover lettere at udføre forsøg med en række nye brændsler som usorteret husholdningsaffald, kødbenmel og tørret spildevandsslam.



Det nye 100 kW forsøgsanlæg, der blandt andet er blevet brugt til en række vellykkede forsøg med halm samt restfibre fra CP-Kelco.

Ny lovende teknologi til gasrensning

Titel:	Energieffektiv selektiv reforming af kulbrinter
Ansvarlig:	DTU Kemiteknik, Peter Glarborg, e-mail pgl@kt.dtu.dk, ☎ 4525 2840
Sagsnr.:	ForskEL-10043
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	1.502.000 kroner

Gøteborg Energi er langt fremme med planerne om at bygge et milliarddyrt forgasningsanlæg, der kan producere gas ud fra biomasse. Gassen skal efterfølgende omdannes til syntetisk naturgas og bruges i transportsektoren.

Konventionelle forgasningsteknologier producerer imidlertid gas med et højt indhold af tjære, og det er problematisk, når gassen skal bruges i motorer. Det problem kan muligvis løses ved at anvende såkaldt Chemical Looping Reforming (CLR), der er en ny lovende teknologi inden for gasrensning.

I Chemical Looping anvender man en metallegering som oxygenbærer. Brændslet oxideres helt eller delvist ved reaktion med metalbæreren i brændselsreaktoren, hvorefter metallet separeres fra og genoxideres ved reaktion med luft i en separat reaktor. I CLR processen sigter man på en selektiv nedbrydning af de problematiske tjæreforbindelser uden at fortynde gassen med nitrogen fra luft.

I forbindelse med et ERAnet projekt med Gøteborg Energi og Chalmers Tekniske Universitet har DTU Kemiteknik undersøgt en række oxygenbærere, baseret på jern (ilminit), nikkel eller mangan. DTU har vurderet oxygenbærerne ud fra deres evne til at kunne:

- nedbryde tjære
- bevare en høj andel af metan i gassen
- undgå dannelse af kulstof, da det vil medføre nedbrydning af partikler og dermed reducere levetiden for oxygenbæreren.

Forsøgene er udført under velkontrollerede betingelser i laboratoriereaktorer ved DTU og suppleret med test i større skala på Chalmers Tekniske Universitet. Resultaterne fra projektet viser, at nikkelbaserede legeringer er de mest velegnede oxygenbærere, men at man kan opnå gode resultater med det billigere og let tilgængelige ilminit. ERAnet projektet er nu afsluttet, men resultaterne har været så lovende, at Gøteborg Energi arbejder videre med en vurdering af CLR teknologien.



Illustration: Gøteborg Energi

Det milliarddyre forgasningsanlæg skal placeres ved Gøteborg havn. Fuldt udbygget vil anlægget kunne levere brændstof til 75.000 biler.

Brændselsceller til SINE

Titel:	Brændselsceller til SINE
Ansvarlig:	Dantherm Power A/S, Jesper Thomsen, e-mail jt@dantherm.com, © 8843 5502
Sagsnr.:	ENS-33033-0253
Tilskud fra:	EFP
Tilskud:	1.500.000 kroner

Projektets primære formål var at demonstrere fordelene ved at bruge brændselsceller som nødstrømsforsyning i et stort nationalt radionet kaldet SINE. Derudover har projektet haft til formål at understøtte udviklingen og implementeringen af hele konceptet bag en strømforsyning baseret på brændselsceller.

Nødstrømsforsyning baseret på brændselsceller er enheder, som starter op øjeblikkeligt og overtager strømforsyningen, hvis netspændingen falder ud. Hermed sikres kontinuerlig drift af radiokommunikationen. Brændselscellerne drives af brint fra helt normale trykflasker, og nødstrømsanlægget startes kun op ved strømsvigt eller sikkerhedscheck, hvorfor der kun er brug for brint i meget korte perioder. I dag anvendes batterier eller dieselgeneratorer til nødstrømsforsyning, men disse anlæg har mange ulemper i forhold til brændselscellerne.

Siden april 2009 er der i forbindelse med projektet installeret 120-150 nødstrømssystemer med brændselsceller. Det er den hidtil største satsning i et enkelt netværk. Teknologien har bevist sit værd, og der er skabt en helt unik reference, der vil gøre det lettere at etablere nye anlæg.

Et efterfølgende projekt i Canada med samme type brændselsceller, men med en mere krævende driftsprofil, har givet unikke erfaringer med hensyn til systemets robusthed og levetid. Anlæggene har fungeret i over 7.000 timer uden udskiftning af dele, hvilket langt overgår den forventede levetid på 4.000 timer. Det er en yderst vigtig reference i tillæg til SINE-projektet. Alle mål for produktpriser, systemlevetider, sikkerhed, driftomkostninger samt logistik for brint er til fulde indfriet i dette projekt.



Foto: Dantherm Power

Eftersyn af nødstrømsanlæg med brændselsceller. Siden april 2009 er der i forbindelse med projekt SINE installeret 120-150 nødstrømssystemer med brændselsceller.

Integreret HT-PEM brændselscelle



Foto: Aalborg Universitet, Institut for Energiteknik

Container indrettet til langtidstest af brændselsstakke.

Titel:	Integreret HT-PEM brændselscelle og multi-brændselsreformer til mikrokraftvarme
Ansvarlig:	Aalborg Universitet, Institut for Energiteknik, Søren Knudsen Kær, e-mail skk@iet.aau.dk © 9940 9240
Sagsnr.:	ForskEL-10104
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	3.000.000 kroner

Projektet har haft til formål at udvikle et brændselsfleksibelt system til mikrokraftvarme, baseret på en HTPEM brændselscelle og en reformer. Systemet kan anvende en bred vifte af brændsler herunder biogas, der på sigt kan blive et miljøvenligt alternativ til naturgas.

I projektet er der udviklet metoder til en bedre forståelse af brændselscellens ydeevne under forskellige driftsforhold. Der er specielt arbejdet med elektrokemisk impedansspektroskopi til karakterisering af de forskellige tab i brændselscellen.

Levetid er en kritisk parameter for systemer til produktion af mikrokraftvarme, der forventes at holde op til fem år, svarende til omkring 40.000 timer. I projektet er der gennemført levetidstest af såvel enkeltceller som komplette stakke. Her viste det sig, at test med enkeltceller med god tilnærmelse kan beskrive en komplet stak med hensyn til degraderingsrater. Baseret på forsøg og litteraturstudie er der opstillet teoretiske modeller for de væsentligste degraderingsmekanismer. Resultatet heraf er en simuleringsmodel, der kan medvirke til at fastlægge de mest hensigtsmæssige driftsparametre for systemet.

Udviklingen af en fleksibel reformer til produktion af brint ud fra kulbrinter (naturgas og biogas) har fokuseret på to forhold: flowfordeling og varmetransport samt fremstillingsmetoder og billiggørelse. Der er udført såvel eksperimentelle undersøgelser som avancerede simuleringer, hvilket har ført til en række forslag til ændringer af designet.

På grund af udfordringer med kernekomponenterne (brændselscellen og reformeren) blev det besluttet at fokusere på udvikling og test af disse enkeltkomponenter i stedet for et samlet integreret system. Systemanalyserne er derfor overvejende baseret på simuleringsmodeller for det samlede system.

Nye materialer til opbevaring af brint

Titel:	Nye materialer til hydrogen opbevaring
Ansvarlig:	Aarhus Universitet, Center for Interdisciplinær Nanoteknologi, Flemming Besenbacher, e-mail fbe@inano.au.dk, © 8942 3604
Sagsnr.:	ENMI-2104-05-0064
Tilskud fra:	DSF
Tilskud:	2.500.000 kroner

Et bæredygtigt energisystem baseret på vedvarende energi kræver en eller anden form for energilagring. Det kan for eksempel ske ved hjælp af brint, hvor sol og vindenergi konverteres til brint, oplagres og efterfølgende bruges i brændselsceller. Produktion af brint og anvendelse af brændselsceller er kendt teknologi, der blot mangler et kommercielt gennembrud. Det store problem er oplagringen, hvor man fortsat mangler en kompakt, sikker og økonomisk rentabel måde at opbevare brint på – især når det drejer sig om at forsyne transportsektoren med energi.

I dette projekt er der udviklet nye syntesemetoder og fremstillet en række nye bor- og aluminiumforbindelser med et meget højt indhold af brint. De nye materials struktur på nanoskala, samt fysiske og kemiske egenskaber, er blevet undersøgt, og kan danne grundlag for videreudvikling af nye lovende materialer til opbevaring af brint på fast form. Det vil blandt andet kunne bruges til opbevaringen af brint inden for transportsektoren.

Projektet har endvidere medvirket til uddannelse af to ph.d.er og en postdoc.

Genanvendelse af slagge fra affaldsforbrænding

Et nyt studie fra den tyske miljøstyrelse viser, at der er gode muligheder for at genanvende en del af de metaller, der findes i slagge fra affaldsforbrænding.

I 2009 producerede tyske affaldsforbrændingsanlæg 5,2 millioner tons slagge. Heraf blev 8 procent genanvendt som metal, 7 procent blev nyttiggjort til andre formål, mens resten blev brugt til vejbyggeri eller deponeret.

I studiet er den eksisterende standardteknologi sammenlignet med en forbedret metode, hvor der yderligere er inkluderet en vådseparation, ligesom det er undersøgt, hvilken indflydelse nye forbrændingsteknikker har på slagge kvaliteten.

Resultaterne viser, at den eksisterende standardteknologi giver tilfredsstillende resultater og sikrer en høj genanvendelse af metaller. Frasorteringen af ikke-jernholdige metaller kan dog forbedres ved yderligere efterbehandling af slaggen med hvirvelstrøm eller induktionsudskillere. Hvis alle eksisterende forbrændingsanlæg i Tyskland anvendte en forbedret teknik til separation af metal, kunne yderligere 17.000 tons kobber og aluminium frasorteres til genanvendelse årligt, hvilket svarer til en energibesparelse på 50.000 MWh.

Kilde: www.affaldogressourcer.dk

Partikler i nærbrænderfeltet

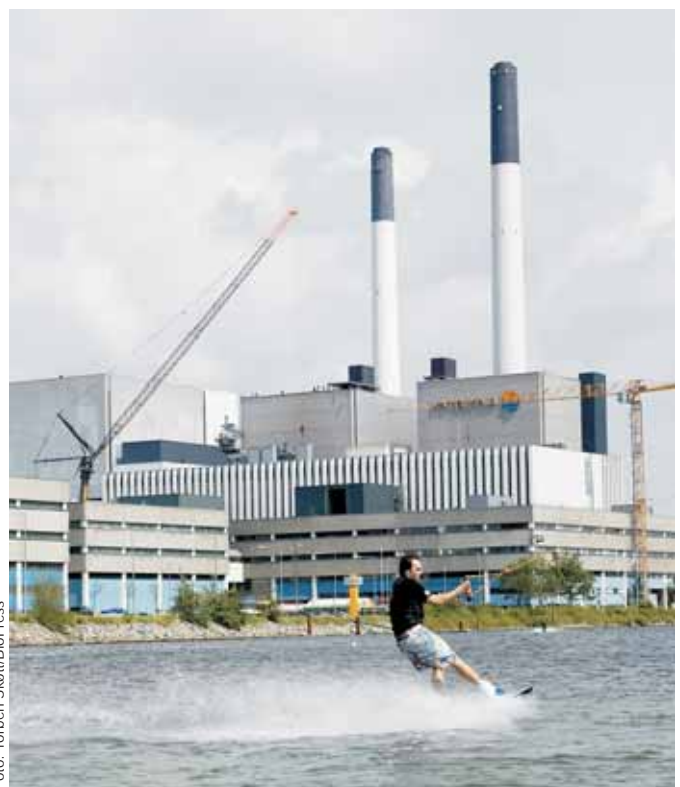


Foto: Torben Skøtt/BioPress

Biomassepartikler har en væsentligt større dimension end kulstøv og det opfører sig markant anderledes, når det fyres ind i kedlerne, som her på Amagerværket.

Titel:	Partikler i nærbrænderfeltet
Ansvarlig:	Aalborg Universitet, Lasse Aistrup Rosendahl, e-mail lar@et.aau.dk, © 9635 9263
Sagsnr.:	ForskEL-6364
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	4.000.000 kroner

Biomassepartikler har en væsentligt større dimension end kulstøv og opfører sig markant anderledes ved indfødning i kedlen, hvilket har stor betydning for forbrændingsprocessen.

Projektet har haft til formål at forbedre forståelsen af de styrende processer i støvfyrede brændere til biomasse og udnytte denne forståelse til at designe og drive anlæggene med større virkningsgrad og stabilitet end hidtil. Et særligt fokusområde har været nærbrænderfeltet, hvor de væsentlige processer finder sted. Der har været arbejdet både eksperimentelt og numerisk, idet der er gennemført en række forsøg med laserbaserede analyseværktøjer. Resultaterne herfra er efterfølgende brugt i modeller til implementering i såkaldte CFD-værktøjer (Computational Fluid Dynamics).

Et af projektets resultater er identifikation af en sammenhæng mellem ikke-sfæriske partiklers form og deres påvirkning af den omkringliggende turbulente opblanding. Derved er det blevet muligt at foretage en beregning af partiklernes modifikation af reaktionsprocesserne eller foretage en detaljeret simulering ved hjælp af CFD for at få en mere præcis vurdering af effekten ved at bruge biomasse.

Projektet er udført i et samarbejde mellem Aalborg Universitet og Vattenfall.

Materialer til affaldsforbrændingsanlæg



Et kig op i en affaldskedel på Haderslev Kraftvarmeværk, der har fået ny belægning i en flot håndværksmæssig udførelse.

Titel: Udvikling af materialer til affaldsforbrændingsanlæg

Ansvarlig: DONG Energy A/S, Ole Hede Larsen, olehl@dongenergy.dk, © 9955 1111

Sagsnr.: ForskEL-5806

Tilskud fra: PSO

Tilskud: 6.397.000 kroner

Projektet har haft til formål at udvikle nye materialer til affaldsforbrændingsanlæg med henblik på at reducere omkostninger til vedligeholdelse, forbedre virkningsgraden og øge antallet af driftstimer. Projektet har især haft fokus på overvejsninger med nikkellegeringer for at beskytte udsatte hedeplader og udvikling af en ny type støbemasse til ildfaste belægninger.

Fra tidligere projekter ved man, at smeltet salt, hovedsagelig i form af Pb eller Zn klorider, giver anledning til kraftig korrosion på kedelvægge. Forventningen var derfor, at man på basis af korrosionsprøvninger i laboratoriet, og i samspil med termodynamisk modelleringer, kunne finde nye forbedrede legeringer, der kunne afprøves i en kedel.

Under forsøgene viste det sig imidlertid, at afprøvningerne i laboratoriet ikke kunne bruges til at teste de forskellige materials korrosionsmodstand. På trods af gentagne ombygninger af forsøgsopstillingen førte forsøgene således ikke frem til en bedre legeringer. Undersøgelser af indbyggede testpaneler fra tidligere projekter efter lange eksponeringsti-

der i en affaldskedel har dog ført til et forbedret overblik over korrosion på kedelvægge.

En omfattende gennemgang og analyse af havarier på ildfaste foringer i Danmark og Sverige indikerer, at årsagen ofte skyldes revnedannelse som følge af dårlig håndværksmæssig udførelse og anvendelse af materialer med en stor åben porøsitet. I projektet er der derfor blevet fremstillet en ny type støbemasse med en meget lav åben porøsitet på 8-10 procent målt med vand, og som samtidig reducerer revnedannelse ved temperaturvekslinger med op til 40 procent.

Forsøg har bekræftet, at skader på belægninger ved den første – og meget tidkrævende – udtørring og indbrænding kan henføres til vand i poresystemet, der ekspanderer cirka 22 gange mere end den omgivende keramik ved opvarmning fra blot 20 til 80 grader. Det drejer sig altså om at få det frie vand ud, hvorefter opvarmningen kan foretages hurtigere. Tørring af den nye belægning kan foregå ved at sende returvand fra fjernvarmenettet ind gennem kedlen. Når først belægningen er tør, er den ikke længere sensibel over for hurtig opvarmning og køling.

Optimering af affaldsfyrede anlæg

Titel: On-line driftsoptimering af affaldsfyrede anlæg - Fase 3. Reguleringskoncept og demonstration

Ansvarlig: DONG Energy A/S, Kristian Bøcher Poulsen, e-mail krbop@dongenergy.dk, © 9955 4191

Sagsnr.: ForskEL-7336

Tilskud fra: PSO

Tilskud: 3.528.000 kroner

Projektet har haft til formål at udvikle strategier, der kan optimere forbrændingen af affald på ristefyrede anlæg ved at stabilisere iltprocenten og dampproduktionen. Derved kan produktionen af varme og el maksimeres, emissionerne kan holdes på et lavt niveau, ligesom der er mulighed for en mere fleksibel sammensætning af affaldet.

Undervejs i projektet er der udviklet nye modelbaserede metoder og en række såkaldte softsensorer, der er en populær betegnelse for en beregnet tilstand, som ellers ikke er målbar.

I projektet har Force Technology udviklet et nyt NærInfra-Rødt kamera (NIR) med en lanse på blot 16 mm i diameter inklusive optik, luft og kølevand. Kameraet blev efterfølgende installeret i kedelvæggen på linje 4 hos Reno Nord i Aalborg, hvor det var med til at give nogle rigtigt gode billeder af forbrændingen på risten.

Linje 4 hos Reno Nord er blevet brugt til en ti dage lang målekampagne med deltagelse af forskere fra RISØ. Målingerne er efterfølgende blevet brugt til at opstille en dynamisk model af "forbindelserne" gennem forbrændingen. Det er værdifuld viden, der kan bruges i forbindelse med design af et mere moderne reguleringskoncept til forbrændingen. Det er blandt andet blevet brugt til udvikling af et tozonet modstandstalsreguleringskoncept til Haderslev Kraftvarmeværk. Her har det været med til at reducere antallet af "klumper" i indfødningen og sikre en mere optimal tilførsel af affald.

Projektets overordnede resultater er en række nye strategier til regulering af affaldsfyrede anlæg. Flere af strategierne er idriftsat, og i en ny fase 4 vil det samlede koncept blive afprøvet. Det involverer blandt andet softsensorer fra nye NIR kameraer og eksisterende RGB ovnkameraer.

Mere el og bedre slagge fra affaldsforbrænding



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Peter Arendt Jensen ved siden af roterovnen, der er blevet brugt til at forbedre bundasken fra affaldsanlæg.

Titel:	Forbedret elvirkningsgrad og slagge kvalitet på affaldsforbrændingsanlæg
Ansvarlig:	Danmarks Tekniske Universitet, CHEC, Peter Arendt Jensen, e-mail paj@kt.dtu.dk, © 4525 2849
Sagsnr.:	FORSKEL-6368
Tilskud fra:	PSO
Tilskud:	4.070.000 kroner

Projektet har dels haft til formål at udvikle en patenteret teknologi, der kan forøge elvirkningsgraden for affaldsfyrede kedler, dels undersøge mulighederne for at formindske udvaskningen af tungmetaller fra bundasken via behandling i en såkaldt roterovn. Projektet er gennemført via et samarbejde mellem Babcock & Wilcox Vølund, Vestforbrænding I/S, samt DTU Miljø og DTU Kemiteknik

Det omtalte patent beskriver to metoder til at forbedre elvirkningsgraden. I det første koncept etableres en ekstra væg i fyrrummet og en ekstra overheder, så røggassen fra risten kan bruges til at forøge overhedningen og dermed elvirkningsgraden. I det andet koncept anvendes en roterovn til at forbedre bundaskens udvaskningsegenskaber, og røggassen fra ovnen bruges til at forøge overhedningstemperaturen.

I projektet er der blandt andet udført følgende delprojekter:

- design og konstruktion af en gasfyret roterovn i pilotskala
- forsøg med roterovn for at belyse indflydelsen på udvaskning af tungmetaller
- forsøg med roterovn for at undersøge røggassens indhold af korroderende bestanddele
- målinger på en affaldsfyret kedel på Vestforbrænding
- CFD og termodynamiske beregninger med henblik på at undersøge det første af de to foreslåede koncepter

På grundlag af de udførte aktiviteter kan udledes følgende konklusioner:

- Behandling af asken i en roterovn med henblik på at reducere udvaskningen af Cu, Pb, Cl, Zn og DOC kan anbefales. Der er dog observeret en forøget udvaskning af Cr og Mo som følge af behandlingen.
- Målinger på roterovnen har vist, at røggassen er rig på aske med et højt indhold af klor og alkalimetaller, der giver en korrosiv belægning på overhederne. Det indikerer, at afgangsrøgen fra roterovnen ikke umiddelbart er anvendelig til at forøge overhedertemperaturen på et affaldsfyret anlæg.

- Undersøgelser på Vestforbrænding viser, at på det konkrete anlæg vil røggassen til forøget overhedning kunne udtages fra 3. og 4. sektion på forbrændingsristen.
- CFD-beregninger har vist, at den væg, der skal lede røggassen til en ekstra overheder, bør være udmuret for at undgå for høje varmetab i fyrrummet.
- Konceptet med indførelse af en ekstra væg i fyrrummet og en ekstra overheder, vil potentielt kunne øge elvirkningsgraden fra 24 til 30 procent på en affaldsfyret kedel.

Forbehandling af halm med ozon og mikrobølger

Titel:	Mikrobølge- og plasmabehandling af hvedehalm til bioethanol produktion
Ansvarlig:	Risø DTU, Nadja Schultz-Jensen, e-mail nasc@risoe.dtu.dk, © 4677 4677
Sagsnr.:	ENS-33.033 til 0.043
Tilskud fra:	EFP
Tilskud:	2.812.000 kroner

Projektet har haft til formål at finde nye alternativer til forbehandling af hvedehalm, så det kan bruges til produktion af bioethanol. I den forbindelse har der været udført en række forsøg med at nedbryde halmens indhold af lignin ved hjælp af ozon produceret i plasma. Forbehandlingen blev udført i en såkaldt fast bed reaktor med en CO₂-detektor og et system til online måling af ozonforbruget. Det var muligt at nedbryde en større eller mindre mængde lignin, afhængigt af den tid, der blev brugt på forbehandlingen.

Ved plasmabehandlingen blev sukkerindholdet ikke påvirket, og det giver mulighed for et højt udbytte af ethanol ved forgæring af C6 sukker med gær. Derudover vil C5 sukker kunne bruges til en række andre formål.

Metoden er forholdsvis simpel, relativt hurtig og giver mulighed for at forbehandle biomasse med et tørstofindhold på op til 50 procent. De fleste forsøg peger på, at en behandlingstid på cirka en time er det mest optimale for vasket og uvasket hvedehalm. Ingen af de mest kendte fermentationsinhibitorer findes i det forbehandlede materiale. Det maksimale ethanoludbytte var på 10 gram/50 gram hvedehalm.

I projektet har man endvidere udført forsøg med forbehandling af halm i en mikrobølgeovn på 1.000 W. Ved de mest gunstige forhold var udbyttet på 148,93 gram ethanol/kg hvedehalm, hvilket er langt højere end det, man ser for uforbeholdet hvedehalm, hvor udbyttet er på 26,78 gram ethanol/kg halm. Imidlertid giver denne proces stadig 25 procent mindre ethanol end den plasmabaserede forbehandling.



Foto: Risø DTU

Hvedehalm henholdsvis før (til venstre) og efter plasma-behandling (til højre).

Udvikling af 2. generations bioethanol

Titel: Udvikling af 2. generations bioethanol

Ansvarlig: DONG Energy A/S, Charles Nielsen, e-mail chani@dongenergy.dk, ☎ 7622 2406

Sagsnr.:

Tilskud fra: Højteknologifonden

Tilskud: 22.000.000 kroner

Formålet med platformen var at identificere og fjerne teknologiske barrierer for en omkostningseffektiv fremstilling af 2. generations bioethanol baseret på halm og andre afgrøderester.

Platformen tog udgangspunkt i to danske koncepter udviklet af henholdsvis BioGasol ApS og DONG Energy A/S (Inbicon A/S). Indsatsen omfattede blandt andet en benchmarking af de to koncepter samt en opgradering af slutprodukterne. Endvidere er der gennemført konceptstudier af integration imellem et bioethanolanlæg, kraftværker og raffinaderier.

Der er i forløbet udviklet løsninger på tekniske problemer i processerne, der nu gennemføres i væsentligt større skala end ved platformens begyndelse. Der er med held testet forskellige enzym-kombinationer og organismer (bakterier og gærstammer) til konvertering af C5-melassen. Begge dele for at øge udbyttet af ethanol og minimere energiforbruget.

Sideløbende med samarbejdet i platformen har DONG Energy opført et demonstrationsanlæg i Kalundborg, hvor der i dag produceres 2. generations bioethanol. Anlægget er opført og drevet med midler fra blandt andet EUDP og EU's 7. rammeprogram. Bioethanolen fra anlægget kan i dag købes over hele landet på Statoils servicestationer. Senest har Biogasol ApS modtaget støttemidler til opførelsen af et demonstrationsanlæg i Aakirkeby på Bornholm.

Platformen har, foruden at komme i mål med de stillede udfordringer, fungeret som et grundlag for en national dialog om fremtidens muligheder for optimal anvendelse af restbiomasse, ligesom platformen har medvirket til udviklingen af samarbejdet mellem flere af parterne.



Sideløbende med samarbejdet i platformen har DONG Energy opført et demonstrationsanlæg i Kalundborg, hvor der i dag produceres 2. generations bioethanol. Billedet er fra indvielsen i november 2009, som blev foretaget af Hans Kongelige Højhed Prins Joachim.

Inbicons ethanolanlæg – WP2



Foto: DONG Energy/Inbicon

Demonstrationsanlægget i Kalundborg blev officielt indviet den 18. november 2009 af Hans Kongelige Højhed Prins Joachim. Et væsentligt formål med anlægget er at eftervisse synergieffekter mellem energi-, transport- og landbrugssektoren.

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

Ansvarlig: Inbicon A/S, Michael Persson, e-mail miper@dongenergy.dk, ☎ 7622 2000

Sagsnr.: ENS-63011-0013

Tilskud fra: EUDP

Tilskud: 54.202.000 kroner

Det overordnede formål med projektet har været etablering af et demonstrationsanlæg til produktion af 2. generations bioethanol baseret på halm som råvare. Anlægget, der er opført i Kalundborg, efterviser 2G produktionsteknologien, fordelene ved at integrere et kraftværk med et raffinaderi, en optimal anvendelse af biprodukter samt en bæredygtig proces med minimale miljøeffekter.

Nærværende projekt vedrører den anden af i alt tre arbejds-pakker (WP) for demonstrationsanlægget. Den første pakke havde til formål at udvikle et designgrundlag for demonstrationsanlægget. Herefter har der været en opførelsesfase (WP2) samt en idriftsættelses- og optimeringsfase (WP3). Sidstnævnte opnåede ikke tilskud fra EUDP, men i stedet fra EU's 7. rammeprogram under navnet "Kacelle".

Anlægget blev officielt indviet den 18. november 2009 af Hans Kongelige Højhed Prins Joachim. Det er designet under hensyn til minimal miljøbelastning, herunder recirkulation af procesvand – det vil sige stort set uden udledninger til miljøet. Kapaciteten er på 4 tons halm i timen, så ved kontinuert drift vil den årlige produktion komme op på 5,4 millioner liter bioethanol, 13.100 tons fast biobrændsel og 11.250 tons foder. Anlægget vil dog være fleksibelt, så der for eksempel kan produceres mere ethanol på bekostning af biprodukterne.

Den 28. oktober i år kunne Statoil annoncere, at man nu kan tilbyde en helt ny type benzin – Bio95 2G – på cirka en tredjedel af selskabets 300 tankstationer. Det nye brændstof indeholder fem procent 2. generations bioethanol, som er produceret på Inbicons anlæg i Kalundborg. Kontrakten mellem Statoil og Inbicon blev indgået, inden det nye anlæg blev sat i drift.

Brint i naturgasnettet



Foto: Dansk Gasteknisk Center

Test af plastrør hos Dansk Gasteknisk Center i Hørsholm.

Titel: Naturgasnettets anvendelighed til en ren brintdistribution, fase 2

Ansvarlig: Dansk Gasteknisk Center, Henrik Iskov, e-mail his@dgc.dk, © 2016 9600

Sagsnr.: ENS-33031-0053

Tilskud fra: EFP

Tilskud: 1.159.000 kroner (EFP)

Projektet er gennemført over fire år i et samarbejde mellem Dansk Gasteknisk Center, Borealis, HMN Naturgas og Force Technology. EFP og Svensk Gasteknisk Center har støttet projektet, og derudover har HMN Naturgas I/S, Borealis AB og Force Technology bidraget til finansieringen.

Projektet har omfattet en række tests af såvel stålør som rør fremstillet af polymer. Sidstnævnte anvendes i distributionsnettet, mens stålør bruges i det danske transmissionsnet. Rørene har været eksponeret for brint i en fireårig periode og er gentagne gange blevet gennemanalysert for at afklare, om materialerne kan holde til en konstant påvirkning af brint.

Testen af plastrørene foregik ved, at der én gang om året blev skåret en stump af samtlige testrør, hvorefter materialerne blev grundigt undersøgt. Analyseresultaterne viser overvejende, at de testede plastrørstyper PE 80 og PE 100 er egnede til brinttransport. Udviklingen over testperioden af visse materialeegenskaber medfører dog behov for supplerende tests, før egnetheden til brinttransport endeligt kan fastslås.

Litteraturundersøgelser har vist, at der med stor sandsynlighed ikke vil være materialeproblemer ved statisk belastning med brint i de stålør, som anvendes i det danske gastransmissionsnet. Derimod anses dynamisk belastning, det vil sige trykvariationer, for at være problematisk. Testen af stålørerne gik derfor ud på at afklare, om brint kan give anledning til udmattelsesrevner. I den forbindelse blev der udført dynamiske fuldskalaforsøg af tilfældigt udvalgte rørstykker, der var blevet skåret ud af det danske naturgasnet.

Rørstykkerne havde rundsømme, der var blevet svejset ved nedlægningen af rørledningerne i de tidlige firsere. Disse rørstykker blev udsat for trykvariationer svarende til 80 års drift. De efterfølgende analyser af svejsningerne viste ingen tegn på revner.

Læs hele rapporten "Field test of hydrogen in the natural gas grid" på www.dgc.dk under publikationer/rapporter 2010.

Seriedrift af biogasanlæg

Titel: Fuldskala demonstration og dokumentation mv. af seriedrift på gyllebaseret biogasfællesanlæg

Ansvarlig: Lemvig Biogasanlæg, Lars Kristensen, e-mail lemvigbiogas@lemvigbiogas.dk, © 9881 1400

Sagsnr.: FORSKEL-10115

Tilskud fra: PSO

Tilskud: 657.000 kroner

Projektet vedrører demonstration og dokumentation af seriel udrådning af biomasse på Lemvig Biogasanlæg. Projektet er gennemført i forbindelse med en omfattende udbygning og renovering af anlægget, hvor reaktorkapaciteten er fordoblet og rørsystemerne omlagt, så det er blevet muligt at koble reaktorerne i serie.

For at vurdere effekten af seriedrift har det været nødvendigt at bestemme omsætningseffektiviteten, der er defineret som opnået metanproduktion i procent af tilført metanpotentiale. Omsætningseffektiviteten er beregnet ved at sammenligne den målte metanproduktion på anlægget med en vurdering af restpotentialet i den afgassede biomasse.

Resultaterne viser, at omlægningen til seriedrift og udvidelse af reaktorkapaciteten fik omsætningseffektiviteten til at stige fra 86,5 til 91,9 procent. Det svarer til, at den specifikke metanproduktion er steget med 6,2 procent, og resttabet fra anlægget er reduceret med 40 procent. Efterfølgende vurderinger og beregninger peger på, at seriedriften i sig selv har medført en effektivitetsforbedring på cirka 5 procent og en reduktion i restpotentialet for den udrådnede gylle i området 30-50 procent.

En sådan produktionsforøgelse uden nævneværdige ekstra driftsomkostninger har stor betydning for anlæggets økonomi. Tilsvarende vil en reduktion i restpotentialet på 30-50 procent have nogle klare miljømæssige fordele, da udslippet af drivhusgasser i forbindelse med lagring, håndtering og udbringning af den afgassede gylle vil blive reduceret markant.



Foto: Lemvig Biogas

Nye undersøgelser viser, at gasproduktionen fra biogasanlæg kan øges med omkring fem procent ved at koble to reaktorer i serie. Samtidig reduceres restpotentialet i den afgassede gylle med 30-50 procent, hvilket mindsker udslippet af drivhusgasser markant.

FiB – udgives med støtte fra Energinet.dk og Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP), der administreres af Energistyrelsen. Der udkommer fire tidsskrifter og otte nyhedsbreve om året. Gratis abonnement kan tegnes via hjemmesiden www.biopress.dk eller ved henvendelse til BioPress på telefon 8617 8507.

BioPress bringer løbende nyheder fra forskernes verden. Følg med på www.biopress.dk, hvor du kan downloade tidsskrifter og nyhedsbreve.

Ansvarshavende redaktør:
Journalist Torben Skøtt

ISSN: 1604-6331

Produktion:

BioPress
Vestre Skovvej 8
8240 Risskov
Telefon 8617 8507
E-mail: biopress@biopress.dk
Hjemmeside: www.biopress.dk

Forsidefoto:

Michael Jensen
mj@world-photo.dk

Oplag: 4.000 stk.

Tryk:

CS Grafisk. Bladet er trykt på svanemærket offset papir.

Gengivelse af artikler og illustrationer må kun ske efter aftale med BioPress. Citater fra artikler må gerne bruges med tydelig kildeangivelse.

Næste nummer:

– udkommer medio marts 2011.
Deadline for redaktionelt stof er den 15. februar 2011.

Strategi for termisk forgasning



Arkivfoto: Torben Skøtt/BioPress

Termisk forgasnings skal have sin egen forsknings- og udviklingsstrategi, og som noget nyt skal virksomhederne ikke blot bidrage med ideer og gode råd – der skal også penge i kassen.

Energistyrelsen, Energinet.dk og flere fjernvarmeværker har i årenes løb investeret betydelige beløb i udviklingen af forgasningsanlæg, og for mange af værkerne har det været lidt af en blandedt fornøjelse.

Der har været langt mellem succeshistorierne, men interessen for forgasningsanlæggene er på ingen måde død. Den er nærmere vokset i de senere år, for teknologien kan meget vel blive en vigtig brik i bestræbelserne på at få skabt et fleksibelt energisystem og en effektiv metode til produktion af transportbrændsler.

Hos såvel Energinet.dk som i Energistyrelsens EUDP-sekretariat er man opmærksomme på, at det kræver en målrettet indsats at få gjort teknologien kommercielt tilgængelig, og man er naturligvis optaget af, hvordan

forskningsmidlerne anvendes bedst muligt. Derfor har man bedt DI Bioenergi om at udarbejde en forskningsstrategi for området. Den praktiske udførelse kommer Force Technology til at stå for, og som noget nyt har man besluttet, at virksomhederne ikke blot skal komme med ideer og gode forslag, men også skal bidrage med i alt 300.000 kroner til udarbejdelse af strategien.

Projektet består i første omgang af en kortlægningsfase, hvor teknologierne, aktuelle projekter og udviklingsbehovene beskrives. Her er det virksomhedernes eget ansvar, at deres teknologi beskrives og dermed kommer med i strategien.

I næste fase vurderes hver teknologi, og der foretages en uafhængig vurdering af mål, indsatsområder og finansieringsbehov i de kommende år. Den del af projektet vil blive varetaget af en fokusgruppe med deltagelse af danske og internationale eksperter.

Yderligere oplysninger om forskningsstrategien kan fås hos Morten Tony Hansen, mth@force.dk. TS