



En udfordring for forskerne 3

Flere penge til demonstrationsanlæg 4

Elbilen vinder over biobilen 6

Videnskabeligt pillearbejde 8

Skorstensfiltre giver milliardbesparelse 10

Udlandet har fokus på mindre anlæg 12

Biogas bør have topprioritet 13

Afsluttede projekter 15

Mere el fra affald 16

Tredje generations biobrændstoffer

Mens vi fortsat bruger store beløb på udvikling anden generations biobrændstoffer, kommer der nu forslag om at gå direkte til tredje generations teknologierne. Det vil sige affald, der omdannes til gas og efterfølgende forarbejdes til metanol. Det giver fire gange større CO₂-reduktion end anden generation bioethanol, og så kan det bruges som brændstof i moderne elbiler, der er forsynet med brændselsceller.

Af Torben Skøtt

Hver dag året rundt producerer hver dansker cirka 7 kilo affald. Det svarer til en årlig produktion i Danmark på omkring 13 millioner tons affald.

Det er noget af en udfordring at behandle de voksende affaldsbjerge forsvarligt, og der bliver jævnligt udarbejdet nye strategier og aftaler for området. For nylig har Energinet.dk således udarbejdet en ny affaldsstrategi, og sidst i juni indgik hovedparten af Folketingets partier en aftale, der blandt andet skal

sikre mere genanvendelse og øget brug af miljøvenlige teknologier.

Men det er langt fra godt nok, mener direktør Thomas Koch fra TK-Energi, der har specialiseret sig i avancerede forgasningsanlæg og teknologier til håndtering af biomasse og affald. Han er af den opfattelse, at en stor del af vores affald bør forgasses, hvorefter gassen kan omdannes til metanol, der kan bruges i transportsektoren. Alene halvdelen af dagrenovationen, vil kunne erstatte seks procent af vores forbrug af benzin og diesel, og dermed vil vi kunne leve op til EU's målsætning om 5,75 biobrændstoffer i 2010.

– Metanol giver en markant større reduktion af drivhusgasser end ethanol, siger Thomas Koch, der betegner metanol-løsningen som tredje generations teknologi. Han er helt på det rene med, at der er nogle tekniske problemer, der skal løses, men på den anden side er perspektiverne enorme, så det gælder om at komme i gang hurtigst muligt.

Umiddelbart kan det måske lyde både dyrt og kompliceret, at affaldet først skal laves om til gas og efterfølgende til metanol, men ifølge Thomas Koch hæn-

► ger økonomien fint sammen. Det skyldes ikke mindst det forhold, at der ikke skal betales afgift, når gassen anvendes til fremstilling af metanol. Var gassen derimod brændt af i selve anlægget skulle der betales affaldsavgift, og så er det et helt andet regnestykke, der er tale om.

Milliard-forretning

Den samlede mængde dagrenovation i Danmark er på knap 3,5 millioner tons om året. Det svarer til en energimængde på godt 40 PJ eller cirka 20 procent af vores energiforbrug til transport. En mindre del af affaldet bliver genanvendt, men langt hovedparten går til forbrændingsanlæggene, hvor energiudnyttelsen langt fra er optimal. Flere steder bliver der kun produceret varme, og de steder hvor der både produceres el og varme, er den gennemsnitlige elvirkningsgrad helt nede på 17 procent.

Det er her, forgasningsanlæggene kan blive en værdig afløser. Ifølge Thomas Koch vil man for en investering på omkring fem milliarder kroner kunne bygge forgasnings- og metanolanlæg, som på årsbasis vil kunne producere 500.000 tons metanol baseret på affald.

Indtægterne fra salg af metanol vil beløbe sig til 850 millioner kroner om året, og derudover vil anlægget være i stand til at producere el, som vil kunne sælges for omkring 400 millioner om året. Endelig er der indtægter for modtagelse af affald på knap en milliard kroner, så alt i alt vil der være indtægter på over 2,2 milliarder kroner om året. Driftsomkostninger samt forrentning og afskrivning vil ifølge Thomas Koch være på under en milliard kroner om året, så der er et betydeligt afkast og masser af luft i budgettet til uforudsete udgifter (se tabel 1).

Et tiltrængt løft

Metanol kan blandes med benzin og anvendes i forbrændingsmotorer, men i praksis vil det formentlig være bedre at bruge ren metanol til flådekøretøjer som busser, taxaer og lignende. Derudover er metanol meget velegnet som brændstof til brændselsceller, der har en markant bedre virkningsgrad end forbrændingsmotorer. Metanol,



Foto: TK Energi

Afprøvning af mindre forsøgsanlæg til forgasning af affald hos TK Energi i Køge. På billedet er man ved at teste den slagge, som anlægget producerer.

fremstillet ved forgasning af biomasse eller affald og anvendt i en brændselscelle, er således den løsning, der kommer nærmest elbilens effektivitet.

– Den seneste rapport fra Energi styrelsen viser klart, at der er langt større perspektiver i at satse på metanol end anden generations biobrændstoffer, som mange politikere er så forblændede af. Det giver en større CO₂-reduktion, vi får en fornuftig udnyttelse af affaldet, og vi får et restprodukt i form af slagge, som kan genanvendes til forskellige formål, siger Thomas Koch. Han mener først og fremmest man skal vælge metanol-løsningen af hensyn til miljøet, men

ser samtidig en oplagt mulighed for at kunne give forgasningsteknologien et tiltrængt løft.

– Jeg mener, der er brugt næsten en milliard kroner på udvikling af forgasningsanlæg i Danmark, men der er aldrig sket et kommercielt gennembrud, fordi vi ikke har de nødvendige rammebetingelser. Afgiftsfritagelsen på affald, der anvendes til flydende brændstoffer giver os nogle helt nye muligheder for at skabe forretning, siger direktøren og nævner som eksempel et nyt forgasningsanlæg i Gjølnord for Aalborg. Her har man budgetteret med en årlig udgift på to millioner kroner til indkøb af brændsels-

Indtægter:		
Metanol	500.000 tons á 1.700 kr	850.000.000
El	1.000.000 MWh á 400 kr	400.000.000
Modtagelse af affald	1.500.000 tons á 650 kr	975.000.000
I alt		2.275.000.000
Udgifter:		
Forrentning og afskrivning		650.000.000
Drift og vedligeholdelse		300.000.000
I alt		950.000.000
Overskud		1.275.000.000

Tabel 1. Driftsbudget for forgasnings- og metanol til en samlet investering på fem milliarder kroner. Der er regnet med en behandlingskapacitet på 170 tons/affald i timen og en termisk effekt på 800 MW. Kilde: TK-Energi.

flis, men var anlægget i stand til at modtage slam, ville man i stedet for en brændselsudgift få en årlig indtægt på 17 millioner kroner.

– Der bliver flyttet 19 millioner kroner fra minus til plussiden, og så bliver det lige pludselig meget nemmere at gå ned i banken og få en kassekredit, siger Thomas Koch. Anlæggene bliver således kommercielt tilgængelige og kan fungere på det frie marked uden anlægstilskud og andre støtteordninger.

Skal bruges i praksis

For Thomas Koch er det et succeskriterium, at de teknologier, virksomheden udvikler, bliver brugt i praksis, og han hilser det velkommen, at den indstilling bliver mere og mere udbredt blandt de myndigheder og organisationer, der bevilger penge til forskning og udvikling.

– I dag skal man for eksempel udarbejde forretningsplaner, når man søger om midler hos Energinet.dk, hvilket bestemt er et skridt i den rigtige retning, siger Thomas Koch.

– Det underlige er blot, at Energinet.dk ikke selv tager det med i deres overvejelser, når de for eksempel udarbejder en strategi for forskning og udvikling inden for affaldsområdet.



Foto: Torben Skott/BioPress

Thomas Koch med en håndfuld slagge fra forgasning af spildevandsslam. Slaggen kan bruges til fremstilling af for eksempel beton, bordplader, vejfyld med videre.

Fire gange større CO₂-reduktion med metanol

Metanol giver fire gange større CO₂-reduktion end anden generation bioethanol. Det fremgår af rapporten “Alternative drivmidler i transportsektoren”, som et tværministeriel udvalg for nylig har udsendt. Med en benzindrevet bil kan man forven-

te et CO₂-udslip på 414 kg per GJ mekanisk energi. Ved at erstatte benzin med bioethanol reduceres udslippet med cirka 20 procent, men vælger man i stedet metanol, opnår man en reduktion på hele 85 procent.

Teknologi	CO ₂ Kg/GJ	SO ₂ Kg/GJ	NO _x Kg/GJ	Partikler Kg/GJ
Diesel	333	0,01	0,62	0,02
Benzin	414	0,01	0,15	0,00
Anden generation bioethanol, E85	330	0,06	0,44	0,00
Metanol fra biomasse	63	0,02	0,14	0,00

Tabel 2. Emissioner fra fire forskellige typer brændstof til transport i 2025. Kilde: Alternative drivmidler i transportsektoren – Energistyrelsen juni 2007.

Her er afgiftsstrukturen ikke nævnt med ét eneste ord, selv om alle ved, at det er afgifterne, der afgør, om der bliver bygget anlæg eller ej.

– Mit bud er, at der over de næste fem år vil blive investeret et trecifret millionbeløb i teknologier, der kun bliver rentable, hvis de kan omsætte affald eller biomasse med negativ værdi. I den forbindelse kan det blive

afgørende, at de forskellige myndigheder og aktører har en tæt dialog om mål og midler, siger Thomas Koch. Han har nu indbudt Energistyrelsen, Miljøstyrelsen, Energinet.dk samt Skat til et møde, så man får mulighed for at lægge en fælles strategi for, hvordan man bedst får udviklet og fremmet de teknologier, der både handler om energi, miljø og affald. ■

Metanol fra affald:

En udfordring for forskerne

Metanol kan anvendes som hel eller delvis erstatning for benzin, men det store perspektiv er at bruge metanol til elbiler drevet af brændselsceller.

Metanol kaldes også for træsprit og anvendes i dag primært som opløsningsmiddel og til fremstilling af blandt andet MTBE, der i mange lande anvendes som additiv til benzin. Metanol kan endvidere blandes med benzin og bruges i forbrændingsmotorer, men det bliver nødvendigt at ændre bilernes brændstofførsel, hvis andelen af metanol kommer over cirka fem procent. Alternativt kan man konvertere metanol til syntetisk benzin, så det kan bruges direkte i den eksisterende bilpark.

En anden løsning består i at ombygge flådekøretøjer som busser og taxaer til ren metanol. I den forbindelse vil det formentlig være nødvendigt at udvide tankkapaciteten, da metanol kun indeholder halvt så meget energi som benzin. Til gengæld er oktantallet væsentligt højere end for benzin, så man kan opnå en virkningsgrad på højde med mange dieselmotorer.

Metanol kan ikke umiddelbart bruges i dieselmotorer, men det kan indgå i produktionen af biodiesel, ligesom det kan konverteres til DME, der er et miljøvenligt alternativ til diesel. DME kan dog også fremstilles direkte fra gas, og den løsning vil formentlig være mere oplagt, hvis målet er at levere brændstof til dieselmotorer. ▶

Flere penge til demonstrationsanlæg

Med vedtagelsen af den nye EUDP-lov får udviklingen af nye energiteknologier et markant løft, og det bliver betydeligt lettere at få støtte til demonstrationsanlæg. Programmet, der får et årligt budget på op imod 400 millioner kroner, skal især være med til at fremme og udvikle erhvervspotentialet i de nye teknologier.

Af Torben Skøtt

– Fødslen er gået i gang, men er ikke overstået endnu, sagde Torkil Bentzen om det nye EUDP-program på et informationsmøde om energiforskning den 15. august i Skærbæk. Han blev for nylig udpeget, af transport-

og energiminister Flemming Hansen, som formand for den bestyrelse, der fremover skal sikre, at de mange millioner bliver brugt på projekter, der kan blive en god forretning for Danmark. De øvrige bestyrelsesmedlemmer er endnu ikke udpeget, men der er lagt op til, at hovedparten skal have en erhvervsmæssig baggrund.

Torkil Bentzen har en selv en bred baggrund fra både industrien og energisektoren og var indtil foråret 2007 formand for Energi Industrien, der har sekretariat hos Dansk Industri. Han skal nu lede en bestyrelse, der ganske vist er udpeget af transport- og energiministerens, men som ikke er underlagt ministerens beføjelser. Der bliver således tale om en meget selvstændig organisation, men som naturligvis vil være lydhør over for den førte energipolitik, som Torkil Bentzen udtrykker det.

EUDP, der står for Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram får sekretariat i Energistyrelsen. Der er endnu ikke ansat en sekretariatschef, men det sker i løbet af de kommende måneder, så man kan være klar til den første udbudsrunde i januar 2008.

Op til 400 millioner/år

EUDP erstatter Energiforskningsprogrammet EFP, men kommer til at råde over væsentlig flere midler end EFP. På Finansloven for 2007 er der således afsat 186 millioner kroner, hvoraf de 76 millioner stammer fra de midler, der oprindeligt var afsat til EFP-ordningen. I 2008 stiger beløbet til lidt over 200 millioner, i 2009 er der afsat knap 300 millioner og i 2010 knap 400 millioner kroner. Tilsvarende kommer det Det Strategiske Forsk-



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Til venstre: Lise Nielson fra Energi-net.dk demonstrerer for Torkil Bentzen, hvordan man i dag kan indsende elektroniske ansøgninger direkte til ForskEL-programmet.



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Til højre: Lars Nikolaisen og Peter Daughbjerg Jensen fra Teknologisk Institut nyder den gode forplejning på informationsmødet i Skærbæk.

► Det store perspektiv er dog elbiler med brændselsceller, drevet af metanol som brændstof. Her er virkningsgraden markant højere end for de biler vi kender i dag, og da metanol til forskel fra for eksempel brint opfylder alle krav til energitæthed, forurening, og distribution, bliver det af mange betegnet som fremtidens brændstof.

Metanol kan fremstilles ud fra gas ved hjælp af forskellige katalysatorer. I dag fremstiller man især metanol på basis af naturgas i lande som Iran og Saudi Arabien, hvor gaspriserne er i bund, mens man i for eksempel Kina og Sydafrika anvender kul, der omdannes til gas og derefter til metanol.

der kul, der omdannes til gas og derefter til metanol.

Affald kræver nytænkning

Der er endnu ingen lande, hvor man i større stil anvender biomasse eller affald til produktion af metanol, men teknisk set er der intet til hinder for, at det kan lade sig gøre. Udfordringen består i at konstruere et forgasningsanlæg, der kan levere en ren gas ved et højt tryk.

Ifølge Thomas Koch fra TK-Energi vil en såkaldt "entrained flow forgasser" være et oplagt valg. Den kan håndtere alle typer brændsler, og kan

levere en gas med et meget lavt tjæreindhold. Teknikken er gennemprøvet med kul som brændsel, så udviklingsarbejdet består primært i at få tilpasset forgasseren til affald, og få etableret de nødvendige forbehandlingsanlæg.

– Udfordringen ligger i forbehandlingen og designet af selve forgasseren, mens omdannelsen af gas til metanol er kendt teknik, forklarer Thomas Koch. Han vurderer, at det vil koste et sted mellem 50 og 100 millioner kroner at udvikle og etablere et 10 MW-anlæg, der kan producere knap to millioner liter metanol om året.

TS

Program	2007	2008	2009	2010
EUDP ¹	186	208	289	394
Det Stategiske Forskningsråd ²	108	94	170	299
ForskEL og ELFORSK ²	155	155	155	155
Højteknologifonden ³	55	71	87	103
EU	49	49	49	49
I alt	553	577	750	1.000

Oversigt over de offentlige midler til energiforskningen i 2007 – 2010 i millioner kroner. Flere af tallene er baseret på skøn, men det ligger fast, at der over en periode på fire bliver tale om en fordobling til i alt 1 milliard kroner i 2010.

Noter:

1. I 2007 stammer 76 millioner kroner af beløbet fra EFP-ordningen.
2. Der er regnet med en teknisk fremskrivning af midlerne, som endnu ikke endelig vedtaget.
3. Det er skønnet, at 20 procent af midlerne fra Højteknologifonden går til energiteknologi.

ningsråd til at råde over flere midler, så der bliver en fornuftig balance mellem den grundlæggende forskning og de demonstrations- og udviklingsprojekter, der skal føre teknologierne frem til en kommerciel udnyttelse.

Torkil Bentzen forventer, at den nye bestyrelse især vil efterlyse projekter, som rækker langt frem, og som har potentiale til at kunne skabe et betydeligt antal arbejdspladser og eksportindtægter. I princippet er det bestyrelsen, der suverænt afgør hvilke konkrete projekter, der skal støttes,

men det ligger dog fast, at der i løbet af de næste fire år skal bruges 50 millioner kroner om året på udvikling af anden generations biobrændstoffer.

Industrien skal med

– Vi har det krav, at det helst skal blive til forretning, og derfor skal der være én eller flere virksomheder med i de projekter, vi støtter. Vi skal på den ene side sikre os, at projekterne er bæredygtige, men vi kan på den anden side ikke støtte teknologier, som vil kunne klare sig uden offentlige til-

skud. Det er en balancegang, der handler om at finde de gode projekter, der ikke ville være blevet til noget, hvis vi ikke havde spytet i kassen, forklarede Torkil Bentzen på mødet om energiforskningsprogrammerne. Hans filosofi er, at det handler om at gå foran og vælge i den forbindelse at drage en parallel til vindmølebranchen.

– Erfaringer fra vindmølleindustrien har vist, at en energikrise kan skabe arbejdspladser og indtægter til Danmark. Det blev stoppet ned i halsen på os, og mange protesterede voldsomt, men i dag må vi erkende, at fordi nogen gik foran, fik vi opbygget en industri, der i dag er nummer ét i verden.

– Det kan vi også gøre inden for andre områder, men vi skal satse på de teknologier, hvor vi står stærkt. For jeg kan godt sige jer, at rundt om i Europa er der rigtig mange politikere, som hjælper industrien til at komme i gang med det her. Det gælder om at finde de områder, der passer til os, og hvor vi kan gøre en forskel, sagde Torkil Bentzen. Han ser frem til, at den nye bestyrelse snart kan træde sammen, så man hurtigt kan komme i gang med de nye opgaver, som ikke mindst erhvervslivet har efterspurgt. ■

Torkil Bentzen:

Globaliseringsmidler er ikke øremærket til ethanol

De 200 millioner kroner fra Globaliseringspuljen, der er reserveret til anden generations biobrændstoffer, er ikke øremærkede til bestemte teknologier. Det er målet, og ikke teknologierne, der er afgørende for, hvem der kan komme i betragtning.

Regeringen har som bekendt reserveret 200 millioner kroner fra Globaliseringspuljen til udvikling af anden generations biobrændstoffer. Det er ofte blevet udlagt som om, pengene er reserveret til enzymbaserede anlæg, og enkelte har endda udlagt det som om, det kun var helt konkrete projekter, der kunne opnå støtte.

Men den udlægning deler den nye formand for EUDP-programmet ikke. På et informationsmøde om energiforskning den 15. august blev han så-



Foto: Torben Skott/BioPress

– Anden generations biobrændstoffer er brændstoffer, der kan produceres på basis af affald, og hvis der findes flere forskellige teknologier, der fører til det samme mål, vil de alle kunne komme i betragtning, sagde Torkil Bentzen på årets informationsmøde om energiforskning.

ledes spurgt om de 200 millioner kroner er reserveret til bestemte teknologier, men det afviste Torkil Bentzen:

– Nej, sådan er det ikke defineret. Anden generations biobrændstoffer er brændstoffer, der kan produceres på basis af affald, og hvis der findes flere forskellige teknologier, der fører til det samme mål, vil de alle kunne komme i betragtning, sagde Torkil Bentzen.

I aftalen om udmøntning af Globaliseringspuljen – som blandt andet kan ses på Finansministeriets hjemmeside – er anden generations teknologierne defineret som teknologier, der giver mulighed for en større produktion af biobrændstoffer, men i den tabel hvor fordelingen af midlerne er opgjort, har man valgt at bruge betegnelsen bioethanol.

TS

Elbilen vinder over biobilen

– men vi skal fortsat udvikle biobrændstoffer

Udviklingen af biobrændstoffer som ethanol og biodiesel er kun et overgangsfænomen. Miljømæssigt set er elbiler et bedre valg på grund af elmotorens høje virkningsgrad. Alligevel bør vi fortsat satse på udvikling af biobrændstoffer af hensyn til de erhvervs-politiske potentialer, konkluderer en tværministeriel arbejdsgruppe i en ny rapport.

Af Torben Skøtt

Vi får mere ud af vores biomasse-ressourcer ved at anvende dem til el- og varmeproduktion, og på lang sigt er elbilerne det bedste alternativ til benzin- og dieseldrevne køretøjer. Elmotoren har nemlig en markant højere virkningsgrad end forbrændingsmotoren, og de lokale miljøfordele i form af mindre støj og renere luft er betydelige. Samtidig kan elbilerne fungere som et ellager, og det giver mulighed for at indpasse større mængder vedvarende energi i energisystemet.

Alligevel skal vi fortsætte med at udvikle ny teknologi til fremstilling af biobrændstoffer, konkluderer en tværministeriel arbejdsgruppe i en rapport om alternative drivmidler i transportsektoren. Argumentet er først og fremmest de store erhvervmæssige perspektiver, som den nye teknologi rummer, men også det faktum, at transportsektoren i dag er næsten 100 procent afhængig af råolie. Ikke mindre end 60 procent af det danske olieforbrug går til transport, og der vil formentlig gå flere årtier, før el bliver et realistisk alternativ til benzin og diesel.

Arbejdsgruppen bag rapporten har i samarbejde med COWI vurderet potentialet i en række forskellige teknologier, når det gælder miljø, økonomi og CO₂-fortrængning. Derimod har man ikke forsøgt at vurdere de globale miljømæssige konsekvenser af de forskellige teknologier, hvor ikke



Foto: Tesla Motors

Hvem siger elbiler behøver at være kedlige? Med 248 heste og et design som en fuldblods sprotsvogn hamrer den nye Tesla Roadster en tyk pæl gennem fordommen om, at elbiler skal være små, langsomme bybiler. Tophastigheden er på 210 kilometer/timen og 0 – 100 kilometer/timen nås på fire sekunder. En centermonteret vekselstrømsmotor driver bilen fremad og 6.831 lithium-ion-batterier under kølerhjelmene giver kraft nok til en køretur på 400 kilometer.

mindst produktionen af ethanol ofte har givet anledning til en del kritik.

Rapporten har været i høring frem til den 6. august, og arbejdsgruppen er for tiden ved at gennemgå de mange høringssvar, så den endelige udgave kan ligge klar i løbet af efteråret.

En dyr løsning

Ifølge rapporten er første generations biobrændstoffer i form af ethanol og biodiesel i dag de mest realistiske

alternativer til benzin og diesel, men samfundsøkonomisk er det en dyr løsning. Biodiesel klarer sig i den forbindelse bedst, ligesom det ud fra en økonomisk betragtning kan være fornuftigt at satse på naturgas. Biogas, der på mange måder minder om naturgas, er ikke med i rapporten, fordi arbejdsgruppen vurderer, at biogas egner sig bedst til kraftvarme. Tilsvarende har man heller ikke medtaget biodiesel, produceret på basis af animalsk fedt, fordi mængden af de tilgængelige ressourcer er begrænset.

Anden generations biobrændstoffer forventes at blive konkurrencedygtige med første generation på den anden side af 2010, hedder det i rapporten. Her er udbuddet af råvarer langt større end for første generations teknologierne, og det kan give grundlag for en større produktion, ligesom det eventuelt kan være med til at lette presset på fødevarerpriserne.

Men på længere sigt er det svært at få øje på en værdig konkurrent til elbilen, der ikke mindst på grund af motorens høje effektivitet har en ræk-

Teknologier vi bør satse på:

- Anden generations bioethanol og etablering af forsøgsanlæg i fuld skala.
- Biobrændstoffer som DME og metanol, baseret på termisk forgasning af biomasse.
- Samproduktion af el, varme og transportbrændstoffer.
- Elbiler drevet af batterier eller brændselsceller.
- Systemer hvor elbiler kan bruges som lager for vindkraft og andre former for vedvarende energi.

ke betydelige miljøfordele. Det svage punkt er fortsat batterierne, hvor der er behov for betydelige forbedringer, og der kommer formentlig til at gå flere årtier, før vi ser et afgørende gennembrud.

Dermed kan biler med elproducerende brændselsceller vise sig at være en oplagt løsning – især i en overgangsfase. Brændslet kan for eksempel bestå af brint produceret ved hjælp af vindmøller eller metanol fremstillet ved forgasning af biomasse. Sidstnævnte er faktisk den løsning, som kommer tættest på elbilens effektivitet, hvorimod brintbilen ikke har en speciel høj effektivitet. Det skyldes især konverteringstabene ved fremstilling af brint og ved omdannelse af brint til elektricitet.

Danmark står stærkt

Siden begyndelsen af 1990'erne har der været øget fokus på udvikling af alternativer til benzin og diesel, og i de senere år har Danmark satset betydelige midler på udvikling af anden generations biobrændstoffer. I 2006 blev der således ydet et samlet tilskud til området på over 100 millioner kroner fra forskellige tilskudsprogrammer. Hertil kommer en egenfinansiering af næsten samme størrelsesorden, samt den meget betydelige forsknings- og udviklingsindsats, som der ikke søges støtte til.

Ifølge rapporten om de alternative drivmidler står Danmark meget stærkt på næsten alle parametre inden for anden generations biobrændstoffer. Vi har således et unikt udgangspunkt for at kunne opnå en international førerstilling. Derfor er der også reserveret ikke mindre end 200 millioner kroner fra Globaliseringspuljen til udvikling af området i perioden 2007 – 2010. Målet er, at de danske forskningsresultater kan skabe vækstmuligheder for dansk erhvervsliv på linie med den udvikling, vi har set inden for vindkraften.

Udviklingen af nye enzymer til produktion af bioethanol er et af de områder, hvor de danske virksomheder Novozymes og Danisco har formået at erobre 80 procent af verdensmarkedet, men også inden for håndtering af biomasse har Danmark meget at byde på. Kraftværkssektoren og landbruget har

FiB på dansk og engelsk

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

BioPress
 ☎ 8617 8507
www.biopress.dk

igennem de seneste 10 – 15 år været i stand til at få udviklet en teknik, der gør det muligt at håndtere store mængder biomasse, og vi er i dag førende på verdensplan, når det gælder udnyttelse af halm i energisektoren.

Fra gas til diesel

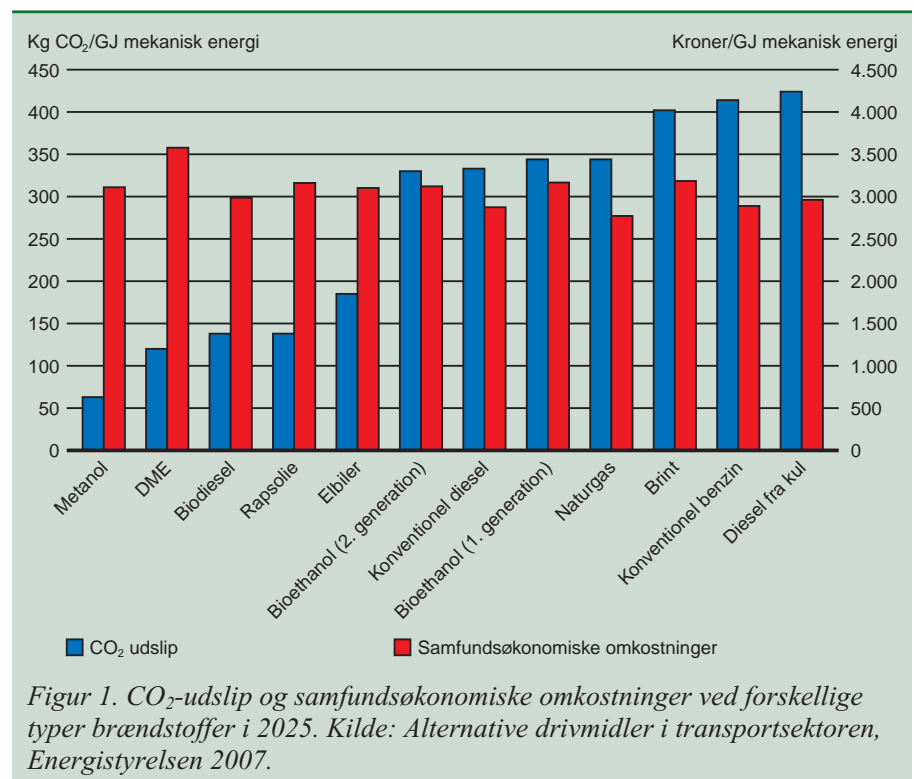
Danmark bør fortsat have fokus på de danske styrkepositioner, hedder det i rapporten fra det tværministerielle udvalg, men derudover bør vi blandt andet satse på forgasning af biomasse, hvor gassen efterfølgende omdannes til flydende brændstoffer. Allerede i dag har vi en betydelig viden om omdannelse af naturgas til flydende brændsler og det kan danne grundlag for en kommerciel udvikling af teknologier, der kan konvertere biomasse til for eksempel meta-

nol og DME, der kan anvendes i dieselmotorer.

Metanol kan produceres på basis af biomasse og affald. I første omgang skal materialet forgasses, hvorefter gassen kan omsættes til metanol via en katalysator. Til anvendelse i forbrændingsmotorer kan metanol blandes med benzin eller diesel eller helt erstatte disse brændstoffer. I dag er det tilladt at blande op til tre procent metanol i almindelig benzin, men der findes motorer på markedet, som er i stand til at køre på benzin/metanol blandinger med op til 85 procent metanol.

Den mest interessante anvendelse er imidlertid som brændstof til en brændselscelle, der leverer strøm til en elmotor. Selv om der er konverteringstab i brændselscellen opnås der samlet set en højere effektivitet end hvis metanolen blev anvendt direkte i en forbrændingsmotor. Brændselsceller er fortsat meget dyre, men det er et område, hvor der bruges betydelige midler på forskning og udvikling, og biler med brændselsceller, drevet af metanol, kan således vise sig at blive lige så interessant en løsning, som elbiler drevet af batterier.

Rapporten "Alternative drivmidler i transportsektoren" kan downloades fra www.ens.dk. ■



Figur 1. CO₂-udslip og samfundsøkonomiske omkostninger ved forskellige typer brændstoffer i 2025. Kilde: Alternative drivmidler i transportsektoren, Energistyrelsen 2007.

Videnskabeligt pillearbejde

Kan man forske i noget så tilsyneladende banalt som fremstilling af brændselspiller? Ja, det kan man sagtens, og det er der faktisk god grund til. Ved at få styr på de mere grundlæggende teorier om pillefremstilling bliver det nemlig muligt at udnytte en langt større del af de biomasseressourcer, som findes rundt om i verden.

Af Torben Skøtt

– Det her projekt om biopiller er noget helt andet, end hvad vi plejer at beskæftige os med, siger civilingeniør Ph.D. Ulrik Henriksen fra Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet. Her har han sammen med biofysiker Ph.D. Jens Kai Holm stået i spidsen for et forskningsprojekt, der foreløbig har resulteret i offentliggørelse af to videnskabelige artikler i det anerkendte tidsskrift *Energy & Fuels*, som udgives af American Chemical Society.

– Normalt plejer vi at forske i helt nye teknologier inden for bioenergi, men denne gang har vi valgt at se på



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Jens Kai Holm (tv) og Ulrik Henriksen (th) ved en af de forsøgsopstillinger, der er blevet brugt til test af træpiller.

en teknologi, som har været kendt i mere end 100 år, siger Ulrik Henriksen og fortsætter:

– Baggrunden er, at man aldrig helt har haft styr på teorien om presning af piller, og det har givet en del problemer, hvis en fabrikant for eksempel er begyndt at producere træpiller af løvtræ i stedet for af nåltræ. I dag kan vi gøre rede for hvilke parametre, der styrer processen, og derved bliver det nemmere for virksomhederne at designe deres pressere, så de kan fun-

gere optimalt til den type biomasse, de har til rådighed.

En af de virksomheder, der især har efterlyst viden på området, er Køge Biopillefabrik, der blev etableret af Energi E2 i 2003 med det formål at levere træpiller og halmpiller til henholdsvis Avedøreværket og Amagerværket. Fabrikken løb fra starten ind i vanskeligheder, og teknikerne stod ofte uforstående over for de problemer, man måtte kæmpe med.

Piller er fremtiden

Da træpillerne i sin tid kom på markedet var der rigeligt med råvarer at vælge imellem. Møbelfabrikkerne stod nærmest i kø for at komme af med de bugnende lagre af smuld og spåner, og pilleproducenterne kunne tillade sig at være kritiske med hensyn til valg af råvarer.

I dag er det historie. Møbelindustrien kan langt fra levere tilstrækkelige mængder smuld og spåner, og pillefabrikanterne må se sig om efter andre leverandører. I dag er det ikke



Foto: Torben Skøtt/BioPress

I dag er det ikke kun smuld og spåner fra møbelindustrien, der bliver brugt til brændselspiller. Billedet er fra Køge Biopillefabrik, hvor man både bruger restprodukter fra Junckers Industrier, råtræ fra skoven samt halm fra landbruget.



Roterende pillepresse adskilt for inspektion.

usædvanligt, at man bruger træstammer direkte fra skoven, som først skal hugges til flis, sønderdeles i en hammermølle og tørres, før det kan presses til piller.

– Fabrikkerne er konstant på jagt efter nye typer råvarer, og der er ingen tvivl om, at den tendens vil fortsætte i de kommende år, siger Jens Kai Holm. Han er overbevist om, at piller er løsningen, hvis man skal udnytte de enorme mængder biomasse, der findes rundt om i verden – simpelthen fordi piller er langt nemmere at håndtere og transportere over lange afstande end for eksempel halmballer.

Men biomasse på pilleform har også andre fordele. Det er betydelig lettere at styre forbrændingen i en pilleovn end i en brændeovn, og det kan være med til at reducere miljøbelastningen markant. Den seneste undersøgelse fra Danmarks Miljøundersøgelser viser således, at udslippet af partikler fra en moderne brændeovn er cirka ti gange så højt, som udslippet fra en pilleovn.

På de store kraftværker kan det også være en fordel at bruge piller. De kan i store træk håndteres på samme måde som kul, og det er minimalt, hvad der skal til af ombygninger for at bruge biopiller på et kulfyret kraftværk.

Al begyndelse er svær

En pillepresse er i princippet blot et rør, som man presser noget smuld igennem – typisk træsmuld eller halmsmuld, men i princippet kan stort set alle former for biomasse presses til piller.

Umiddelbart skulle man tro, at smuldet blot ville komme ud af den anden ende af røret, og det er heller

ikke usædvanligt, at de første piller er meget løse i strukturen og mere minder om smuld end om piller.

– Det kan være svært at få processen i gang, for i starten er der jo ikke noget modhold, som kan være med til at presse smuldet sammen. Derfor vælger man ofte at tilsætte et bindemiddel til de første piller eller starte processen op med majs, som har en tendens til at klistre sammen, forklarer Jens Kai Holm.

Når først processen er i gang, går det straks lettere. De piller, der er på vej ud af pressen, skaber et naturligt modhold, og derved bliver det nemmere at opbygge det tryk, der skal til for at etablere en stabil pilleproduktion.

Mange parametre

Det faktum, at pulveriseret træ, halm eller andre former for biomasse kan bringes til at hænge sammen som en pille, skyldes en kombination af mekaniske og kemiske mekanismer.

De enkelte partikler i pulveret har en ujævn overflade, og det betyder, at pulveret vil have en tendens til at klumpe sammen, når det bliver udsat for et mekanisk tryk.

Forholdene omkring de kemiske mekanismer er ikke helt afklaret, men det går blandt andet ud på, at lignin – som er en af hovedbestanddelene i biomasse – ændrer karakter som funktion af tryk, temperatur og vandindhold. På den måde kan det være med til at binde pulveret sammen, ligesom



Roterende pillepresse på Køge Biopillefabrik. En stor del af forsøgene på Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion er foretaget på en tilsvarende presse – blot i mindre målestok.



Sådan skal de færdige træpiller gerne se ud.

et passende fugtindhold i biomassen kan være en fordel.

Der er således en række forskellige parametre, der har indflydelse på, hvor let det er at få processen til at fungere, og mange af disse parametre har samtidig indflydelse på, hvor store kræfterne bliver i pillepressen.

Det, der altså umiddelbart ser enkelt ud, er i virkeligheden et kompliceret sammenspil af en lang række faktorer, så det er ikke uden grund at pillefabrikkerne af og til støder ind i problemer. Er kanalerne i pillepressen for lange, bliver kræfterne for store, energiforbruget og sliddet stiger, og man risikerer, at pillerne ikke kan komme ud af kanalerne. Er kanalerne omvendt for korte, risikerer man at trykket bliver for lavt, og at der kun kommer smuld ud i den anden ende.

Forskerne på Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion på Danmarks Tekniske Universitet har nu opstillet en række formler, der i detaljer beskriver, hvad der foregår i en pillepresse ud fra de forsøg, man har lavet på instituttet. Derved bliver det lettere for fabrikkerne at designe velfungerende pillepressere, som kan håndtere mange forskellige typer biomasse.

– Det gode er, at den viden, vi nu har erhvervet, ikke blot kan bruges til produktion af piller. Jeg ville gerne have haft styr på det her område, da vi i sin tid konstruerede vores anlæg til pyrolyse, og jeg kan se, at vi kan bruge teorierne i mange forskellige sammenhænge, siger Ulrik Henriksen.

Projektet, der er støttet af EFP-programmet og DONG energy, udføres i samarbejde med ReAddit, Teknologisk Institut og Dong energy. ■

Skorstensfiltre giver milliardbesparelse

Foto: Torben Skøtt/BioPress



Filtre på skorstene kan fjerne 96 procent af alle partikler fra brændefyring, viser en undersøgelse, som Danmarks Miljøundersøgelser og Miljøstyrelsen står bag. Løsningen vil koste forbrugerne en samlet udgift på 4,5 milliarder kroner, men samfundet vil spare over 16 milliarder kroner ved at partikelforureningen reduceres markant.

Af Torben Skøtt

Det er ikke mange år siden, at forskning i luftforurening var koncentreret om trafikken, men siden Danmarks Miljøundersøgelser i 2004 offentliggjorde en undersøgelse af luftkvaliteten i et rækkehusområde ved Roskilde, er interessen for forurening fra brændefyring steget markant. Undersøgelsen, der blev foretaget i et område, hvor halvdelen af husene havde brændeovn eller brændefyr, viste nemlig, at forureningen med partikler lå på niveau med forureningen på en af Danmarks mest trafikerede veje i myldretiden: H. C. Andersens Boulevard i det indre København.

Danmarks Miljøundersøgelser har efterfølgende udgivet en serie rapporter og artikler om emnet, og heri konkluderer man blandt andet, at cirka

halvdelen af partikelforureningen i Danmark stammer fra brændefyring.

Det er dog ikke træbrændslerne som sådan, der er den store synder. Det er de individuelle anlæg herunder ikke mindst ældre kedler og brændeovne, der giver problemer, og som har været med til at give brændefyring et dårligt ry.

Man ved ikke præcis, hvor farlige partiklerne fra brændeovnsrøg er, men man kender en del til sundhedsfaren ved partikler fra trafikken, og der er umiddelbart ingen grund til at tro, at partikler fra brændeovne skulle

være mindre farlige end partikler fra trafikken.

Ud over partikler vil man ofte kunne registrere et vist indhold af dioxin og PAH i brænderøg. Begge stoffer er kræftfremkaldende og opstår blandt andet ved ufuldstændig forbrænding og afbrænding af affald, der indeholder klorforbindelser.

Løsninger

Miljøstyrelsen har for nylig afsluttet et større projekt, hvor man udover en kortlægning af problemerne også peger på nogle af de tekniske løsninger, der skal til for at få forureningen ned på et acceptabelt niveau. Samtidig arbejder man på at udsende en ny bekendtgørelse om brændeovne, ligesom der er afsat ti millioner kroner i 2008 og 2009 til afprøvning af teknologier, der kan nedsætte forureningen fra brændeovne og kedler.

Forureningen fra fyring med træ afgøres af et kompliceret samspil mellem en række forskellige faktorer som brændsel, fyringsteknik, den pågældende ovn eller kedel, skorsten samt placeringen af skorstenen i forhold til omgivelserne. Som forbruger kan man gøre en del for at nedsætte forureningen ved at fyre fornuftigt og følge de råd, der blandt andet er nævnt på www.fyrfornuftigt.dk.

Men bedre fyringsteknik gør det ikke alene. Hvis der skal ske en mar-



Foto: Torben Skøtt/BioPress

Masseovnen er en lavteknologisk men effektiv metode til at reducere udslippet af partikler.

kant reduktion af partikeludslippet fra brændefyring er det nødvendigt at se på, hvordan ovne og kedler kan forbedres. Her er der en oplagt opgave for forskere og udviklere, for mange af løsningerne findes endnu kun på tegnebrættet eller som prototyper.

Filter på skorstenen

Norge er et af de lande, der er længst fremme med udvikling af elektrostatiske filtre, der monteres i toppen af skorstenen. Hvis det indføres på samtlige brændefyrede anlæg i Danmark, vil man ifølge Danmarks Miljøundersøgelser kunne reducere udslippet af partikler med ikke mindre end 96 procent.

Prisen på et filter til en husstand forventes at blive på omkring 4.000 – 5.000 kroner, og derudover vil der være et mindre strømforbrug, samt udgifter til installation og vedligeholdelse. Over en periode på ti år vil det formentlig løbe op i en samlet udgift for den enkelte husstand på omkring 10.000 kroner.

Danmarks JordbrugsForskning har ved en tidligere lejlighed lavet forsøg med elektrostatiske filtre til halm- og flisfyrede anlæg inden for landbruget. Forsøgene viste, at filtrene kan reducere udslippet af partikler med 97 – 99 procent, og derudover kan de tilbageholde alkalimetallerne, der frigives ved halmafbrænding. Prisen for et sådant filter forventes at blive på omkring 60.000 kroner.



Foto: Torben Skott/BioPress

Installation af stokerfyr til træpiller er en af de billigste metoder til at reducere udslippet af partikler.

	Reduktion TSP/GJ	Investering kroner	Udgift kr/kg TSP
Masseovn	900	35.000	78,41
Moderne ovn	460	12.000	52,17
Træpilleovn	1.040	20.000	51,70
Elektrostatisk filter	1.045	10.000	38,59
Efterbrænder i gammel ovn	770	2.000	20,78
Ny brændekedel med lagertank	1.850	60.000	10,81
Ny træpillekedel	1.965	50.000	8,48
Træpillebrænder monteret	1.900	20.000	4,68

Tabel 2. Reduktionspotentialer ved anvendelse af forskellige teknologier i forhold til et referencescenarie. Desuden er der angivet en cirka pris for investeringen, samt udgifterne i forhold til hvor meget udslippet af partikler (TSP) kan reduceres. Kilde: Brændeovne og små kedler – partikelemissioner og reduktionstiltag, Miljøstyrelsen 2007.

Efterbrænder

En anden mulighed for reduktion af partikler fra ældre ovne er etablering af en form for ekstra brændkammer i ovnen, hvor gasserne afbrændes med tilførsel af forvarmet luft fra brændkammeret.

Flere udenlandske producenter har efterbrændingsteknologier på markedet, men det er usikkert om de kan tilpasses danske ovne, og hvor store omkostningerne vil være i forhold til at investere i en helt ny ovn.

En enhed, som er udviklet på Norges Teknisk-Naturvidenskabelige Universitet er testet i et forsøg i samarbejde med Trondheim Kommune, hvor 100 enheder blev installeret i gamle ovne og åbne pejse. Resultaterne viste, at forsøgsfamilierne generelt havde registreret bedre varmeudnyttelse af træet, bedre træk i skorstenen samt mindre sod og askedannelse.

Miljøstyrelsen håber at kunne gennemføre en række feltforsøg i fyringssæsonen 2008/2009 med forskellige typer filtre og efterbrændere, men understreger at ingen af teknologierne i dag kan betegnes som færdigudviklede.

De enkle løsninger

Endelig findes der en række enkle og gennemprøvede løsninger, som vil kunne reducere udslippet af partikler markant. Det er således velkendt at anvendelse af træpiller generelt giver et betydeligt lavere udslip end afbrænding af brænde, ligesom udslip-

pet af partikler fra en masseovn er markant lavere end fra en brændeovn (tabel 2).

Miljøstyrelsen har i det seneste projekt analyseret tre scenarier, hvor udslippet af partikler reduceres med forskellige virkemidler (tabel 3). Det drejer sig dels om et scenarie, hvor man med en bekendtgørelse stiller krav til udslippene af partikler, dels om to scenarier med filtre på henholdsvis alle eller en afgrænset del af skorstenene. Alle tre scenarier giver et samfundsøkonomisk overskud, men scenariet hvor der monteres filtre på alle skorstenene, giver klart den bedste økonomi med et samfundsøkonomisk overskud på næsten 12 milliarder kroner.

Rapporten Brændeovne og små kedler – partikelemissioner og reduktionstiltag kan downloades fra www.mst.dk. ■

Scenarie	Omkostninger	Netto-besparelse
Bekendtgørelse	384 mio.	2.989 mio.
Delvist filtre	1.364 mio.	6.399 mio.
100 procent filtre	4.538 mio.	11.857 mio.

Tabel 3. Omkostninger (som forbrugerne dækker) samt nettobesparelsen ved de tre scenarier. Kilde: Brændeovne og små kedler – partikelemissioner og reduktionstiltag, Miljøstyrelsen 2007.

Udlandet har fokus på forureningen fra mindre anlæg

Det er ikke kun i Danmark, at der er debat om forureningen fra brændeovne og mindre kedelanlæg. Også udlandet har fokus på området, herunder ikke mindst Schweiz, Sverige og Norge, hvor man blandt andet forsker i katalysatorer, efterbrændere og elektrofiltre.

Af Anders Evald

I Task 32, der er en arbejdsgruppe under Det Internationale Energiagentur, er emissioner fra forbrænding af biomasse blevet et nyt fokusområde. Her er det interessant at konstatere, at mange lande nu går efter de helt små anlæg – brændeovne og kedler til varmesyning af en enkelt husstand. Adskillige undersøgelser har nemlig vist, at disse anlæg er de store syndere, når det gælder udslip af skadelige stoffer. På den baggrund er der iværksat en række omfattende programmer for forskning og udvikling af småskalaanlæg i blandt andet Sverige og Østrig.

Problemerne med små anlæg giver anledning til en hel del hovedbrud, fordi de høje emissionstal hænger sammen med brugervaner og en teknologi med nogle helt grundlæggende begrænsninger. Teknologiuudvikling – som for eksempel katalysatorer til brændeovne, montering af efterbræn-



Foto: Torben Svøft/BioPress

dere på eksisterende ovne, små elektrofiltre eller additiver – løser ikke problemerne alene. Det er nødvendigt at supplere med tiltag som kampagner for korrekt brændefyring, krav om akkumuleringstanke på kedler eller skift fra brændeovne til pilleovne.

Emissionsfaktorer

Thomas Nussbaumer fra Schweiz har udført et studie af emissionsfaktorer fra fyringsanlæg til biomasse i forskellige lande. Forskellene er store fra land til land, men det er målemetoderne også. En detaljeret rapport om emnet er tilgængelig på internetadressen www.ieabcc.nl.

Forurening fra brændefyring hænger ikke kun sammen med den valgte teknologi. Selv den bedste kedel vil have et uforholdsmæssigt stort udslip af skadelige stoffer, hvis man, som her på billedet, afbrænder vådt affaldstræ.

I forbindelse med arbejdsgruppens sidste møde i Jyväskylä i Finland blev der afholdt et seminar om ultrafine partikler fra biomasseforbrænding. Mens de grove partikler forholdsvist enkelt kan håndteres i røg-gasrensingsanlæg, så udgør de meget små partikler et stort problem; dels fordi de har stor sundhedsmæssig betydning, og dels fordi det er vanskeligt at reducere emissionerne fra anlæggene.

Anders Evald er civilingeniør, ansat hos FORCE Technology og dansk repræsentant i Task 32, der hører under IEA's Bioenergy Agreement. ■

International virksomhed vil bruge dansk teknologi

International virksomhed vil udnytte dansk viden inden for bioethanol til at øge udbyttet fra første generations anlæggene.

Den danske teknologivirksomhed BioGasol har for nylig indgået en samarbejdsaftale med den internationale virksomhed Tate & Lyle, som hører til blandt verdens førende producenter af fødevaringredienser. Formålet med samarbejdet er at udvikle en proces, der kan omdanne fiberholdige restprodukter fra eksisterende bioethanolanlæg til mere ethanol og foder. Det drejer sig populært

sagt om at få mere sprit ud af de eksisterende første generations anlæg og få en bedre proteinrest, som er mere velegnet til dyrefoder.

Omdannelsen af fiberholdige restprodukter fra de eksisterende ethanolanlæg kræver nye løsninger omkring forbehandling og fermentering. Her kan BioGasols viden og patentbeskyttede teknologier vise sig at være et vigtigt bidrag. Tate & Lyle kan på den anden side bidrage med knowhow om industrielle fremstillingsprocesser, så det i praksis bliver muligt at integrere Biogasols teknologier i eksisterende procesanlæg. *TS*

Supergræs

Svenskerne har kastet sig over en ny miljøvenlig energiafgrøde: supergræs, der blandt andet kan bruges til brændelsespiller.

Forskerne er konstant på jagt efter nye energiafgrøder, og i Sverige har man nu fået øje på en ny græsafrøde: szarvasi-1 eller supergræs som landmændene kalder det. Græsarten er forædlet gennem de sidste 15 år af en gruppe forskere i Ungarn, og siden 2003 har svenske forskere deltaget i arbejdet. I Ungarn har tørstofudbyttet været oppe på 20 tons/hektar, og i Sverige satser man på minimum 12 tons/hektar. *TS*

Internationalt samarbejde

Danmark deltager i adskillige arbejdsgrupper under Det Internationale Energiagentur. I Task 32, der hører under IEAs Bioenergy Agreement, er der fokus på forbrænding af biomasse, herunder samforbrænding af biomasse og fossile brændsler.

Af Anders Evald

Task 32 er et godt eksempel på et udbytterigt internationalt samarbejde. Her hersker der en åbenhjertighed, som man egentlig ikke kan forvente i en gruppe med repræsentanter for forskellige nationale, faglige og industrielle interesser. Men formen er meget fri, og deltagerne hjælper i vid udstrækning hinanden på alle planer.

Europæiske lande dominerer arbejdet herunder Sverige, Norge, Finland, England, Holland, Belgien, Tyskland og Schweiz. Derudover deltager Canada, og i visse perioder også USA og Australien.

I Canada er der en hastigt stigende bevidsthed om mulighederne for at udnytte landets gigantiske biomasseresourcer. Men rammebetingelserne er stadig ringe med meget lave elpriser og med meget begrænsede muligheder for at afsætte varmen i fælles distributionsanlæg.

For fem år siden udgav gruppen bogen "Handbook of Biomass Combustion and Co-firing". Bogen er nu blevet revideret, og den nye udgave kan erhverves fra november i år. Samtidig er bogen oversat til kinesisk – måske et lille symbol på, at den europæiske dominans i interesse for og forskning i bio-brændsler ikke varer evigt.

På hjemmesiden www.ieabcc.nl har gruppens medlemmer samlet en række præsentationer, artikler og rapporter, og undertegnede udsender med jævne mellemrum et nyhedsbrev om gruppens arbejde. Skriv til aev@force.dk for at blive sat på distributionslisten.

Biogas bør have topprioritet



Foto: Torben Skjøtt/BioPress

Biogas bør få højeste prioritet sammenlignet med andre former for bioenergi, hvis det drejer sig om at fortrænge CO₂ og erstatte fossile brændsler. Det konkluderer to forskere fra Danmarks Tekniske Universitet, som har udarbejdet en livscyklusanalyse for Xergi A/S, der leverer energi- og miljøanlæg.

Hvis Danmark virkelig skal gøre en indsats for at reducere udledningen af drivhusgasser, så handler det om at producere mest muligt biogas. Årsagen er, at biogassen ikke blot fortrænger fossile brændsler og derved bidrager til at reducere udledningen af drivhusgasser, men også at gyllen udskiller store mængder drivhusgasser, hvis det ikke afgasses, før det spredes på markerne.

Konklusionen fremgår af en livscyklusanalyse, som Katrine Anker Thyø og Henrik Wenzel fra Danmarks Tekniske Universitet har udarbejdet for Xergi A/S. I analysen sammenlignes biogas fra husdyrgødning, biogas produceret på basis af majsensilage, to forskellige former for biodiesel, to forskellige former for bioethanol samt anvendelse af energipil.

Ifølge rapporten skiller biogas fra husdyrgødning sig ud ved at have en markant højere reduktion i udledningen af drivhusgasser end andre former for bioenergi og kan tilsvarende fortrænge fossilt brændsel på et højere niveau.

I dag udnyttes kun fem procent af husdyrgødningen til energiproduk-

tion, så der er et betydeligt potentiale at tage af. Vil man gå et skridt videre og inddrage energiafgrøder i produktionen, klarer biogassen sig også godt. Majsensilage til produktion af biogas og pil til kraftvarmeværker giver således langt mere miljø for pengene, end hvis man bruger de samme arealer til afgrøder, der anvendes til produktion af ethanol og biodiesel.

100.000 km på én hektar majs
Livscyklusanalysen viser endvidere, at man kan køre cirka 100.000 kilometer i en almindelig familiebil med biogas fra én hektar majs.

Biogas til transport er dog ikke en løsning, som er med i den rapport om alternative drivmidler i transportsektoren, som et tværministerielt udvalg for nylig har udarbejdet. Det er naturgas derimod, der fremstår som det samfundsøkonomisk billigste alternativ til benzin og diesel.

Når biogassen ikke er taget med, er det fordi, biogassen først skal renses og opgraderes, hvorimod naturgassen umiddelbart kan bruges til transport. Udvalget bag rapporten vurderer på den baggrund, at det er bedre at bruge biogas til kraftvarme og bruge den mængde naturgas, man derved sparer, til transport.

Ifølge en rapport fra Teknologirådet kan husdyrgødningen dække over 20 procent af det danske transportbehov. Hertil kommer de betydelige mængder gas, der kan produceres ved at dyrke energiafgrøder som for eksempel majs.

TS

Energi 2007



Ny fælles rapport om de danske energiforskningsprogrammer giver et godt overblik over de forskellige støtteordninger.

Støtte til dansk energiforskning bliver i dag fordelt via fem forskellige ordninger, der administreres af henholdsvis Energistyrelsen, Energinet.dk, Dansk Energi, Det Strategiske Forskningsråds Programkomité for Energi og Miljø samt Højteknologifonden.

I de senere år er der blevet arbejdet målrettet på at udbygge og forbedre samarbejdet mellem de forskellige programmer, så brugerne får et klart overblik over, hvor det er mest relevant at søge om støtte. Samarbejdet har blandt andet resulteret i fælles informationsmøder, koordinering af de årlige udbud og på det seneste en fælles rapport om dansk energiforskning i 2007.

Rapporten, der har fået titlen "energi 2007", giver læseren et godt indtryk af, hvordan energiforskningsprogrammerne spiller sammen – også i en international sammenhæng. De fem programmer præsenteres i særlige afsnit, der er en omfattende oversigt over bevilgede, igangværende og afsluttede projekter, samt artikler om flere af de store projekter.

Årsrapporten om dansk energiforskning, "energi 2007", kan ses på www.miljovenligelproduktion2007.dk

Energiforskningsprojekter på nettet

RISØs database kan være et godt sted at starte, hvis man ønsker at få et overblik over de mange energiforskningsprojekter inden for bioenergi.

Tast www.danskeenergi projekter.dk og du får adgang til en omfattende oversigt over igangværende og afsluttede energiforskningsprojekter i Danmark. Hjemmesiden, der administreres af Forskningscenter RISØ, omfatter projekter, der er støttet af Energistyrelsen, Energinet.dk, Dansk Energi, samt Det Strategiske Forskningsråds Programkomité for Energi og Miljø. Databasen blev startet op i 1996 og bliver løbende opdateret.

En anden indgang til energiforskningsprojekter kan være via internetportalen www.energiforskning.dk. Her

er der tale om en fælles portal for danske forskningsprogrammer, ligesom der er henvisninger til EU-programmer og nordisk energiforskning. Sidstnævnte har i øvrigt søsat en helt ny hjemmeside om bioenergi på adressen www.nordicenergy.net/bioenergy.

Vil man have en oversigt over de nyeste projekter, er det værd at klikke sig ind på www.miljovenligelproduktion2007.dk. Hjemmesiden indeholder den nye fælles årsrapport om energiforskning i Danmark og er meget nem at navigere rundt i, hvis man ønsker oplysninger om konkrete projekter.

Endelig er der vores egen hjemmeside på www.biopress.dk, hvor du kan finde de i alt 21 numre af Forskning i Bioenergi, som er udkommet siden april 2004. Bladet findes i både en dansk og en engelsk version. *TS*

Biogasanlæg skal give mere gas

Novozymes og Danmarks største producent af biogasanlæg Xergi går nu sammen om at udvikle nye mikroorganismer, der kan sætte skub i biogasprocessen.

I dag er biogasanlæggene kun i stand til at udnytte cirka halvdelen af gaspotentialiet i husdyrgødningen, og det er alt for lidt, mener såvel Novozymes som Xergi, der nu har indledt et samarbejde for at få sat skub i gasproduktionen.

Novozymes skal bidrage med deres viden inden for mikroorganismer, mens Xergi skal teste, hvordan de

nye organismer rent praktisk kan bidrage til at optimere produktionen af biogas.

Det bliver Novozymes Biologicals, der i første omgang skal udføre en række forsøg på deres laboratorier i Virginia i USA. Herefter går Xergi i gang med de mere praktiske forsøg – formentlig på det nye forsøgsanlæg hos Danmarks JordbrugsForskning i Foulum. Her skal det blandt andet afklares, om mikroorganismene kan til sættes direkte til reaktortanken eller om det er nødvendigt at etablere et særskilt forbehandlingstrin.

TS

LT_CFB forgasser – 500 kW forsøg

Titel: 4833 – LT_CFB forgasser, 500 kW forsøg

Ansvarlig: DFBT, Peder Stoholm, ☎ 4677 5907

Tilskud: PSO – 5.088.000 kroner

Der er foretaget en modelberegning af forgasserens proces-trin og udført fire længerevarende driftsforsøg. De vigtigste succeskriterier har været brændselsfleksibilitet, driftsstabilitet, god økonomi, undgåelse af askesmeltning, lavt kokstab samt effektiv tilbageholdelse af aske og næringsstoffer.

Optimering af affaldsforbrændingsanlæg

Titel: 6538 – Værktøjer til energi- og driftsoptimering på affaldsforbrændingsanlæg

Ansvarlig: Weel & Sandvig Energi & Procesinnovation
Mogens Weel Hansen, ☎ 2671 0046

Tilskud: PSO – 961.000 kroner

I projektet er der udviklet værktøjer, som kan forbedre driften på affaldsforbrændingsanlæg. Derved bliver det muligt at forudsige betydningen af affaldets sammensætning, ovnsens temperaturforhold og dynamik i forbindelse med en ombygning af anlægget.

Kvalitetsstyringssystemer til faste biobrændsler

Titel: 4115 – Præ-standardisering af prøveudtagnings- og testmetoder for udvikling af kvalitetsstyringssystemer til faste biobrændsler

Ansvarlig: Dong Energy A/S
Charles Nielsen, ☎ 7622 2406

Tilskud: PSO – 4.589.000 kroner

Projektet er en dansk indsats under et EU-projekt med titlen BIONORM. I opgaven vedrørende fugtbestemmelse i flis er der udviklet en referencemetode med en lav og kendt afgivelse af visse flygtige bestanddele. Det er lykkedes at udvikle metoder til pålidelig on-site og on-line fugtmåling.

Aerosoler og kemiske reaktioner i forbrændingsanlæg

Titel: 6517 – Laboratorieundersøgelser af aerosoldannelse og kemiske reaktioner fra biomasse- og affaldsforbrændingsanlæg

Ansvarlig: Institut for Kemiteknik – DTU
Hans Livbjerg, ☎ 4525 5535

Tilskud: PSO – 3.018.000 kroner

Der er arbejdet med at kortlægge visse alkaliforbindelsers indflydelse på aerosoldannelse og deres betydning for belægningsdannelse i kedlen. En række testede additiver har vist sig at have en reducerende virkning på aerosoldannelsen og kan derved hæmme opbygningen af belægninger.

Forbedret halmindfødning og brændseloptimering

Titel: 3338 – Forbedret halmindfødning og brændseloptimering

Ansvarlig: Dong Energy A/S
Charles Nielsen, ☎ 7622 2406

Tilskud: PSO – 978.639 kroner

Der er i projektet indkøbt og monteret fire online fugtmålesystemer, som benyttes på halmkranerne. Et styringskoncept baseret på konstant indfyret halmeffekt er udviklet og implementeret, men ikke afprøvet. Efter afslutningen af projekt 4100 er det besluttet at stoppe projekt 3322 og 3338.

Forbedret halmindfødning

Titel: 3322 – Forbedret halmindfødning

Ansvarlig: Dong Energy A/S, Charles Nielsen, ☎ 7622 2406

Tilskud: PSO – 631.515 kroner

På Enstedværkets biokedel er der udført konstruktionsændringer på halmoprivern, etableret temperaturstyring på indfødningsskanalerne og gennemført forsøg med styring af stokersneglene. Der er endvidere etableret vejeceller og længdemålingsudstyr på fødebåndene til hver af de fire halmminer.

Korrosionsundersøgelser på kraftvarmeværk

Titel: 6510 – Korrosionsundersøgelser på Maribo-Sakskøbing Kraftvarmeværk

Ansvarlig: Dong Energy A/S
Lars Storm Pedersen, ☎ 4480 6660

Tilskud: PSO – 2.011.000 kroner

Før det biomassefyrede kraftvarmeværk i Maribo-Sakskøbing blev idriftsat i 2000, blev der udført et måleprogram. Resultaterne fra et opfølgende program i 2006 viser, at der ikke er tegn på korrosion i overhederne, men at der i indfyrringskanalerne og på risten er målt et begyndende materialetab.

Belægningsdannelse og korrosion i halmfyrede kedler

Titel: 6513 – Undersøgelse af sammenhæng mellem forbrænding, belægningsdannelse, røggas-temperatur og korrosion i halmfyrede kedler

Ansvarlig: Dong Energy A/S
Søren Aakjær Jensen, ☎ 4480 6000

Tilskud: PSO – 2.915.000 kroner

Projektet har vist, at klor og kalium i halm fortsat er problematisk at behandle sig ud af, men additiver kan afhjælpe problemer med tilslagning. For biomasser med lavere klor- og kaliumindhold kan additiver medvirke til en fuldstændig om-dannelse af KCl til mere procesvenlige restprodukter.

Omsætning af flygtige bestanddele ved forbrænding

Titel: 6518 – Fundamentale mekanismer for omsætning af flygtige bestanddele i biomasse- og affaldsforbrænding

Ansvarlig: Institut for Kemiteknik – DTU
Peter Glarborg, ☎ 4525 5535

Tilskud: PSO – 3.038.000 kroner

I projektet er der arbejdet med kemien bag emissioner af SO₂ og HCl, aerosol- og belægningsdannelse samt korrosion ved forbrænding af biomasse. Der er endvidere udført model-lering af en række reaktorforsøg fra litteraturen omkring om-sætning af HCN og NH₃.

Fjernelse af belægninger i biokedler

Titel: 3144 – Optimering af belægningsfjernelse i biobrændselsfyrede kedler

Ansvarlig: Dong Energy A/S
Charles Nielsen, ☎ 7622 2406

Tilskud: PSO – 1.025.000 kroner

Et svensk og 11 danske biomassefyrede kedelanlæg er undersøgt med fokus på driftsmæssige problemer med belægninger på kedlens overflader. De indsamlede erfaringer viser, at belægninger optræder på alle anlæg, og at der skal tages forholdsregler for at undgå problemer.

Fib – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, der administreres af Energistyrelsen. Nyhedsbrevet, der er gratis, udkommer fire gange om året i en dansk og en engelsk udgave. Begge udgaver kan downloades fra Internettet på adressen www.biopress.dk

Den danske version af nyhedsbrevet findes endvidere i en trykt version, der kan rekvireres hos BioPress, telefon 8617 8507, e-mail biopress@biopress.dk.

Ansvarshavende redaktør:
Journalist Torben Skøtt

ISSN: 1604-6331

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

Forsidefoto:
Torben Skøtt/BioPress
og TK Energi

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 december 2007. Deadline for redaktionelt stof er den 15. november 2007.

Mere el fra affald



Arkivfoto: Torben Skøtt/BioPress

Energinet.dk sætter nu fokus på affaldsområdet med en ny strategi, der blandt andet skal være med til at sikre en langt højere elproduktion fra de forskellige affaldsfraktioner. Målet er, at få fordoblet elvirkningsgraden på forbrændingsanlæggene og få nogle mere fleksible anlæg, der bedre kan tilpasse elproduktionen til det aktuelle forbrug.

Affald er et langt stykke hen ad vejen en vedvarende ressource på linie med biomasse og andre former for vedvarende energi. Såvel Energistyrelsen som Energinet.dk regner således med, at omkring 80 procent af vores affald er vedvarende energi, men hvor vi typisk har haft meget fokus på effektiv udnyttelse af for eksempel biomasse, så gør det samme sig ikke gældende inden for affald.

– Forbrændingsanlæggenes primære indtægter kommer fra modtagergebyrer, og salg af energi har historisk set haft mindre betydning, fortæller forskningskoordinator Steen Vestervang fra Energinet.dk, der for nylig har udarbejdet en ny strategi inden for affaldsområdet.

– Vores mål er, at få fordoblet elvirkningsgraden på affaldsanlæggene

fra de nuværende 17 procent, men vi lægger samtidig op til at få udviklet en teknologi, så anlæggene i højere grad kan være med til at levere de systemydelser, der er nødvendige for at holde balance i elforsyningsnettet, forklarer Steen Vestervang.

Lykkes det at hæve elvirkningsgraden på affaldsforbrændingsanlæggene til i gennemsnit 30 procent vil anlæggene på årsbasis kunne producere 3,1 TWh el. Det svarer til, at ni procent af Danmarks elforbrug kan dækkes med affald. Målet skal nås ved at hæve damptemperaturen og trykket på anlæggene, og ved at affaldet i højere grad bliver anvendt på store anlæg med høj elvirkningsgrad.

Steen Vestervang understreger, at den nye strategi fra Energinet.dk kun dækker en mindre del af affaldsbehandling:

– Vi fokuserer på de fraktioner, der ud fra et samfundsmæssigt synspunkt ikke kan nyttiggøres til andet end energiproduktion. Det er nu en gang vores opgave, så vi tager ikke stilling til de fraktioner, der kan genanvendes, ligesom vi heller ikke beskæftiger os med afgiftsregler, eller hvad der i øvrigt findes af rammebetingelser, siger Steen Vestervang.

TS