

## Sverige indvier fabrik til biodiesel fra træ

**Mandag den 17. maj blev verdens første fabrik til produktion af biodiesel ud fra træaffald indviet i Nordsverige.**

Fabrikken, der ligger i byen Piteå, skal hvert år producere 100 millioner liter grønt brændstof ud fra såkaldt tallolie, der frit oversat betyder fyrtræsolie. Det er et restprodukt fra den svenske papirindustri, og består af en blanding af harpiks og fedtsyrer.

Interessen for det nye anlæg har været enorm. Ikke blot i Sverige, men i stort set alle egne af verden, hvor man råder over betydelige træressourcer. Olien kan nemlig bruges i den eksisterende bilpark og på den måde reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med omkring 90 procent i forhold til almindelig dieselolie, og da råvarerne er restprodukter fra papirindustrien, kommer det ikke til at konkurrere med produktionen af fødevarer.

Fabrikken i Piteå skal primært rense olien for svovl og andre urenheder. Herefter bliver olien fragtet til Preems raffinaderi i Gøteborg, hvor der sker en yderligere forarbejdning, inden den blandes i almindelig dieselolie. Teknikken på raffinaderiet i Gøteborg er blandt andet leveret af danske Hal-



foto: maria faldt

*Omkring 100 indbudte gæster deltog i indvielsen af Sunpines fabrik i Piteå, der hver år skal producere 100 millioner liter biodiesel ud fra fyrtræsolie.*

dor Topsøe, der har en betydelig ekspertise inden for konvertering af flydende og gasformige brændsler.

Initiativtageren til projektet er entreprenøren Lars Stigsson, der har stiftet selskabet Sunpine og investeret 250 millioner svenske kroner i projektet sammen med Sveaskog, Södra og Preem. De to første hører til blandt Sveriges største leverandører af råtræ, mens Preem er landets største olieselskab med en raffinaderikapacitet på 18 millioner tons råolie om året.

– Sunpine er en af Sveriges mest interessante satsninger, hvor skovindustrien og et olieselskab har fundet sammen om en genial idé. Uden til-

skud fra staten har vi bygget et anlæg, hvor miljøvenligt brændstof fra de svenske skove kan anvendes i den eksisterende bilpark, sagde vicepræsident for Preem, Michael Löw, ved indvielsen.

Ved indvielsen fortalte SunPines administrerende direktør, Magnus Wikman, at på sigt vil man forsøge at udvide produktionen til også at omfatte forskellige kemikalier til brug i fødevarerindustrien og til lægemidler. Meget tyder nemlig på, at olien blandt andet kan bruges til hormonbaserede lægemidler og til fremstilling af kolesterol-sænkende fødevarer. TS

Læs mere på: [www.sunpine.se](http://www.sunpine.se) ■

## Grønlands første brintanlæg

**Grønland har fået sit første brintanlæg i hovedstaden Nuuk. Brinten produceres ved hjælp af overskydende el fra det lokale vandkraftværk, og i perioder med stort energiforbrug omdannes brinten igen til el og varme i anlæggets brændselscelle.**

Det er det nationale energiselskab Nukissiorfiit, som har købt det mobile anlæg, der er placeret uden for virksomhedens hovedkontor i Nuuk. Anlægget er udviklet og leveret af H2 Logic A/S fra Danmark.

Der er tale om et testanlæg, som skal give grønlænderne erfaringer med produktion, transport og anvendelse af brint til energiformål. Brinten produceres ved hjælp af overskydende el fra det lokale vandkraftværk, og



foto: h2logic

når værket omvendt ikke kan følge med energiforbruget, bliver brinten brugt til produktion af el og varme i en brændselscelle. Brintanlægget kommer på den måde til at fungere som et slags batteri, der skal forbedre udnyttelsen af øens vandkraftressourcer.

Omkring 60 procent af den energi, som Nukissiorfiit producerer, stammer fra vandkraft, mens den resterende del produceres ved hjælp af diesel-

*Brintanlæggets ydervægge er beklædt med store, informative plancher, så borgerne kan øge deres kendskab til brint og brændselsceller.*

generatorer. Især de mindre byer og bygder er helt afhængige af dieselkraft, men Nukissiorfiit håber, at en øget satsning på vandkraft, brint og brændselsceller med tiden kan overflødiggøre de forurenende dieselgeneratorer.

Brint vil ligeledes kunne anvendes som brændstof i transportsektoren, og med de betydelige vandkraftpotentialer landet rummer, kan eksport af brint også være en mulighed i fremtiden. TS

Læs mere på: [www.h2logic.dk](http://www.h2logic.dk) ■

# Halm er ikke bare halm

Sukkerudbyttet i halm kan variere med op til 26 procent, og visse sorter har behov for at få tilsat større mængder enzymer end andre. Det viser resultaterne fra et nyt Ph.D. projekt, der kan få stor betydning for produktionsomkostningerne til 2. generations bioethanol.



foto: torben skott/biopress

Af Jane Lindedam

Det har været kendt viden i mange årtier, at der er visse sorter af halm, der er mere eller mindre velegnet til foder eller afbrænding. Men er der også forskel på kvaliteten af halm, når det drejer sig om at lave bioethanol? Det har været et af hovedpunkterne for et Ph.D. projekt under det EU-støttede forskningsprojekt OPUS.

Forskerne hos Skov & Landskab og Institut for Jordbrug og Økologi på KU-LIFE har, sammen med DONGs datterselskab Inbicon, undersøgt hundredvis af forskellige sorter af hvedehalm fra forskellige år og steder i Danmark.

Vi vidste fra starten, at indholdet af cellulose og hemicellulose kan variere afhængig af dyrkningsforhold og sort, men vi var usikre på omfanget, og om det kunne have indflydelse på udbyttet af sukker.

Halm skal nemlig forbehandles, inden den kan bruges til fremstilling af bioethanol, så spørgsmålet var, om denne behandling ville påvirke de biologiske forskelle i halmen?

## Halmarkiv

Igennem tre år er der samlet hvedehalm ind til opstarten af et arkiv, som indeholder nye og historiske sorter, halm fra forskellige høsttidspunkter og lokaliteter, samt halm der har

*Nye forskningsresultater viser, at der vil være gode muligheder for at forædle en kornplante til et højt sukkerudbytte i stængelen, og at det formentlig vil kunne ske uden at forstyrre andre parametre ved planten.*

manglet næringsstoffer under dyrkningen.

Dele af arkivet er inddelt efter:

- planternes oprindelige kemiske sammensætning
- materialets fordøjelighed i enzymer
- fordeling af plantens botaniske dele
- sukkerudbyttet efter forbehandling og enzymatisk hydrolyse
- størrelsesfordeling af partikler efter forbehandling.

Den enzymatiske opløselighed i en komave blev målt på 106 sorter af vin-



foto: kulife

terhvede, høstet på to lokaliteter. Her var der en forskel på 36 procent, hvoraf op til 29 procent kunne tilskrives de forskellige sorter.

## Store forskelle på udbyttet

I et særskilt studie af 20 sorter (se tabel 1) har vi målt hvor meget sukker, der kommer ud af hver sort efter hydrotermisk forbehandling og hydrolyse. Det har givet et godt billede af, hvor velegnede de enkelte sorter er til fremstilling af bioethanol.

Resultaterne viser, at der er op til 26 procent forskel på sukkerudbyttet, til trods for at sorterne som udgangspunkt indeholder stort set samme mængde cellulose. Sorter med lavest udbytte er Dinosaur, Glasglow, Robigus og Tuscan, mens Ambition, Flair, Inspiration og Smuggler giver høje udbytter.

Det totale sukkerudbytte har en genetisk arvelighed på 57 procent. Det betyder, at der vil være gode muligheder for at forædle en plante til et

*Jane Lindedam i færd med at indsamle halm.*

højt sukkerudbytte, og at det formentlig vil kunne ske uden at forstyrre andre parametre ved planten.

Vi har også undersøgt effekten i stor skala efter forbehandling af bigballer fra fem forskellige sorter på Inbicons ethanolanlæg i Skærbæk. Her var der 17 procent forskel på det totale sukkerudbytte. I det forsøg var enten sorten eller vekselvirkningen mellem sort og enzymdosering meget betydningsfuld for udbyttet. Det tyder på, at der fremover skal lægges stor vægt på udvælgelse af sorter, der kan give et højt sukkerudbytte ved lave doseringer af enzymer.

### Historiske sorter

De historiske hvedesorter strækker sig cirka 100 år tilbage. De er med i forsøgene, fordi vi ville undersøge, om der muligvis har været nogle sorter med en løs struktur i strået. Man kunne godt forestille sig, at vi i tidens løb har forpasset en "vidunderplante" til bioethanol, fordi vi kun har haft fokus

Sort	Udbytte
Ambition	Høj
Flair	Høj
Inspiration	Høj
Smuggler	Høj
Abika	Middel
Audi	Middel
Florett	Middel
Hatrick	Middel
Jenga	Middel
Oakley	Middel
Opus	Middel
Penso	Middel
Potenzial	Middel
Samyl	Middel
Skalmeje	Middel
Tommi	Middel
Dinosaur	Lav
Glasgow	Lav
Robigus	Lav
Tuscan	Lavt

Tabel 1. Oversigt over undersøgte sorter og udbyttet af sukker.



Foto: torben skøtt/biopress

På Inbicons ethanolanlæg i Skærbæk har forskerne undersøgt effekten i stor skala efter forbehandling af bigballer fra fem forskellige halmsorter. Resultaterne herfra viser, at enten sorten eller vekselvirkningen mellem sort og enzymdosering var meget betydningsfuld for udbyttet af sukker. Det tyder på, at der fremover skal lægges stor vægt på udvælgelse af sorter, der kan give et højt sukkerudbytte ved lave doseringer af enzymer.

på højere proteinindhold i kornet og derfor ikke har opdaget en sort med et let konverterbart strå.

Sukkerudbyttene af de historiske sorter er dog ikke færdigbehandlet endnu.

### Fine partikler er bedst

I dag ved vi, at halm, der indeholder meget lignin og aske, og har store stængler med mange grove partikler, vil resultere i lave sukkerudbytter.

Fine partikler omdannes nemlig til sukker 11-21 procent hurtigere end grove partikler. Det afhænger dog til dels af forbehandlingen og om opdelingen af partikler er foretaget før eller efter forbehandlingen.

Forskellen i sukkerudbyttet afhænger generelt af, hvor effektivt hemicellulosen i hver sort udvaskes under forbehandlingen, hvor meget aske materialet indeholder efter forbehandlingen, og hvilken fordeling der er af partikelstørrelser. Fordelingen af partikler har formentlig kun betydning

for udbyttet af sukker i de mest sværbrydelige sorter.

### Tilpas halmen til ethanol

Overordnet har OPUS projektet også beskæftiget sig med at trække paralleller mellem planters nedbrydelighed i naturen og i et industrielt anlæg til fremstilling af bioethanol. Faktorer som gør sig gældende i begge systemer er C-N raten, indholdet af aske og lignin, opløseligheden, samt forholdet mellem substrat og enzym.

I fremtiden vil der være behov for at tilpasse halmkvaliteten til bioethanol, på samme måde som der i dag kan være behov for at tilpasse halm til foder eller afbrænding på kraftværker. Det lægger op til et tæt samarbejde mellem forskere fra forskellige fagområder.

Jane Lindedam forsvarer sin Ph.D. afhandling den 1. juni klokken 10.15 i festauditoriet på KU-LIFE, Bülowvej 17, 1870 Frederiksberg C. ■



## Genvej til brintsamfundet

Brændselsceller til metanol kan blive en genvej til brintsamfundet. Metanol kan købes overalt i verden, det kan produceres ud fra biomasse og vindkraft, og det kan distribueres på samme måde som benzin og diesel.

Af Torben Skøtt

Brint er ofte blevet udråbt som fremtidens brændstof, og der er udarbejdet talrige visioner om, hvordan fremtidens brintsamfund kan tage sig ud.

Brint er ganske vist ikke et brændstof, der findes i naturen, men derimod en energibærer på samme måde som el. Det skal med andre ord produceres ved hjælp af en anden energikilde.

Men visionen er, at overskydende sol og vindkraft kan bruges til fremstilling af brint, som derefter kan omsættes i brændselsceller, og bruges i biler eller på små kraftvarmeværker. Ud-stødningen består af ren vanddamp, og hvis brinten er produceret ved hjælp af vedvarende energi, får man et helt forureningsfrit energisystem.

Brintsamfundet har dog lange udsigter. Det er en dyr teknologi, der er store tab undervejs, og sikkerhedsmæssigt kan det være problematisk at køre rundt i biler med brinttanke under højt tryk.

### Op at flyve

Der findes dog en genvej til brintsamfundet. Metanol eller træsprit, som det populært kaldes, kan konverteres til brint og derefter bruges i en brændselscelle. Det er en teknologi, som

*Der blev skrevet flyhistorie den 7. juli 2009, da det for første gang lykkedes at få et elektrisk drevet fly på vingerne ved hjælp af strøm fra brændselsceller, leveret af det danske firma Serenergy. Flyet er udviklet af den tyske flysproducent Lange Aviation i samarbejde med det tyske rumforskningscenter DLR.*

virksomheden Serenergy i Hobro har brugt betydelige ressourcer på at udvikle, og her er man overbevist om, at det vil være den helt rigtige løsning til transportsektoren.

Virksomheden har blandt andet leveret metanoldrevne brændselsceller til biler, ligesom den har leveret udstyr til verdens første eldrevne fly, udviklet af den tyske flyproducent Lange Aviation og det tyske rumforskningscenter DLR.

– Vi har et strategisk samarbejde med det tyske rumfartscenter DLR, der er en af verdens største forskningsinstitutioner med et årligt budget på 1,4 milliarder euro, fortæller salgsdirektør i Serenergy, Per Sune Koustrup.



foto: torben skøtt/biopress

Anders Korsgaard i SerEnergy's showroom.

– Selv om flyindustrien næppe er det mest oplagte marked for brændselsceller, har samarbejdet med DLR stor betydning, fordi det viser, at teknologien kan fungere selv under meget ekstreme forhold, påpeger salgsdirektøren.

Serenergy havde sidste år en omsætning på knap 10 millioner kroner, hvoraf godt en femtedel bestod af offentlige finansierede forskningsprojekter. Kunderne er især universiteter og forskningsinstitutioner, men der bliver også leveret brændselsceller til leverandører af backup-systemer, kraftvarmeanlæg, militæret samt luftfarten.

### I gang her og nu

– Metanol er konvertibelt med både fortiden og fremtiden, og på den måde kan vi lave en glidende overgang til brintsamfundet. Brint er derimod ikke konvertibelt med fortiden, så det vil kræve enorme investeringer i anlæg og distributionssystemer, før det kan fungere i praksis, forklarer Anders Korsgaard, der er direktør i Serenergy.

Han lægger blandt andet vægt på, at metanol kan købes i hele verden til priser på niveau med, hvad benzin koster. At skifte benzin ud med metanol er ikke sværere end at gå fra blyholdig til blyfri benzin. Man kan komme i gang her og nu, og få sat skub i salget af elbiler, der i dag er hæmmet af en begrænset aktionsradius.

– Med metanol undgår vi problematikken om “hønen eller ægget”, og det udelukker ikke visionen om brintsamfundet. Det er bare en genvej, som gør det nemmere at få vedvarende energi ind i transportsektoren, siger Anders Korsgaard.

Metanol indeholder cirka 100 gange mere energi end batterier af tilsvarende størrelse, så der skal ikke mange liter metanol til at forlænge rækkevidden for en elbil. Det skyldes ikke mindst, at brændselscellen har langt højere virkningsgrad end en forbrændingsmotor. Cellerne har således en effektivitet på omkring 45 procent, mens en benzinmotor kun er i stand til at udnytte godt 15 procent af brændslet.

### Vind og biomasse = metanol

I dag bliver metanol ganske vist fremstillet ved hjælp af naturgas eller kul, men det kan lige så vel fremstilles ud fra biomasse og endda kombineres med vindkraft.

Biomassen kan omdannes til gas via en termisk eller biologisk proces og den efterfølgende omdannelse af gassen til metanol er kendt teknologi. Den biologiske omdannelse af biomassen til gas er ligeledes velkendt, mens den termiske omdannelse af for eksempel træ og halm kan være lidt mere problematisk. Gassen skal nemlig være fri for tjærestoffer, men her kan overskydende vindkraft vise sig at være en hjælp.

– Brint kan via elektrolyse fremstilles ved hjælp af vindmølle-el, og brinten kan reducere problemerne med tjærestoffer i gassen fra biomasse. Kombination af vindkraft og biomasse er således genial, når man skal fremstille “grøn” metanol. Det giver mulighed for at lagre vindkraften og få biomassen på en form, så den kan bruges i transportsektoren, siger Anders Korsgaard og fortsætter:

– Metanol er en effektiv energibærer – langt bedre end ethanol, som der har været meget fokus på. Tabet er mindre end ved fremstilling af ethanol, og der er ikke behov for hjælpestoffer i form af enzymer.

Ifølge Anders Korsgaard kan fremstilling af “grøn” metanol dog få svært ved at konkurrere med metanol,



foto: torben skøtt/biopress

*Præsentation af Serenergys bil med brændselsceller ved indvielse af Energi-byen Frederikshavn i efteråret 2008. Bilen er udstyret med en elmotor på 60 kW, en serie lithium-ion batterier og en brændselscelle til metanol på 6 kW.*

der produceres ud fra naturgas. Det foregår ofte i egne af verden, hvor der ikke er noget gasnet, og hvor alternativet er, at gassen bare bliver brændt af. Det kan umiddelbart være vanskeligt at konkurrere med, men på sigt er der næppe tvivl om, at “grøn” metanol vil vinde større og større indpas i energiforsyningen.

### Højtemperatur PEM

Visionen om at bruge metanol som genvej til brintsamfundet skyldes ikke mindst udviklingen af en ny type brændselscelle kaldet HT-PEM. Det står for **H**igh **T**emperature **P**roton **E**xchange **M**embrane.

Den traditionelle PEM-celle har været kendt siden 1990'erne, mens den nye udgave, hvor temperaturen er

øget fra cirka 80 til 160 grader først kom på markedet omkring år 2000.

– Bilindustrien har været fokuseret på brint, fordi PEM-cellen fik for lav virkningsgrad, hvis man først skulle konvertere metanol til brint. De har ikke været opmærksomme på de muligheder, der ligger i de nye celletyper, forklarer Anders Korsgaard.

Teoretisk set kan man godt få en traditionel PEM-celle til at køre på metanol, men den er følsom over for urenheder i brændslet i form af blandt andet kulilte. Ifølge Serenergy er HT-PEM langt mindre kritisk over for kulilte, og det gør det betydelig nemmere at vælge løsningen med metanol, der omformes til brint, umiddelbart før det skal bruges i cellen.

Konverteringen foregår ved at metanol først bringes på dampform. Det sker ved hjælp af restvarmen fra brændselscellen, så energiforbruget er minimal. Derefter sørger en katalysator for at nedbryde de kemiske forbindelser i dampen, så slutresultatet bliver brint, der kan fødes ind i brændselscellen.

Serenergy forventer, at biler med brændselsceller vil få et kommercielt gennembrud om 5-6 år. De grundlæggende ting omkring teknologien er på plads. I de kommende år handler det primært om at forfine teknikken, så cellerne bliver billigere og mere holdbare.

Serenergy har opnået støtte fra blandt andet Energi.dk, EUDP og Region Nordjylland.

Læs mere på: [www.serenergy.dk](http://www.serenergy.dk) ■

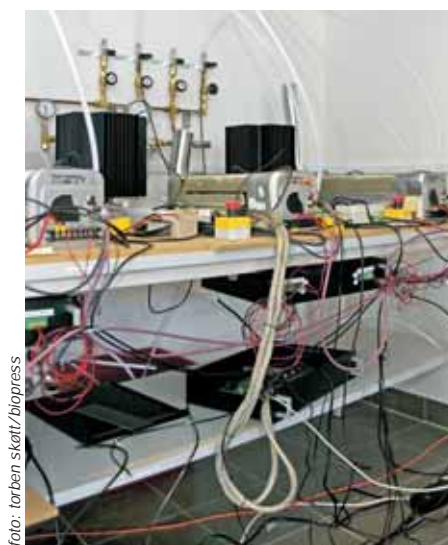


foto: torben skøtt/biopress

*Afprøvning af brændselsceller og omformere hos SerEnergy.*

## DTU vinder økoræs



foto: dtu

**Med et brændstofforbrug, svarende til 348 kilometer/liter benzin, sikrede en gruppe DTU-studerende sig titlen som verdensmestre i miljøvenlig bykørsel ved Shell Eco-marathon 2010.**

De studerende ved DTU plejer at gøre sig bemærket ved Shell Eco-marathon, og i år var ingen undtagelse. Efter en hektisk uge og dårligt vejr kørte DTU's økobil Dynamo ind på førstepladsen og sikrede sig dermed den uofficielle titel som verdensmester i miljøvenlig bykørsel.

DTU har gennem de seneste syv år deltaget i løbet, der handler om at køre længst muligt på mindst muligt brændstof. I år stillede de studerende op med to biler: Dynamo og Innovator, der kører på henholdsvis syntetisk diesel og brint.

Sidste år kørte Dynamo på DME og satte rekord ved at køre 589 kilometer på, hvad der svarer til en liter benzin. I år var det ikke tilladt at køre på DME, og de studerende havde derfor lavet en ny motor, der kører på syntetisk diesel, som kan fremstilles af naturgas eller biogas. Årsagen til, at bilerne ikke kørte så langt på literen som sidste år, er først og fremmest, at arrangørerne havde ændret forløbet af kørslerne, så der var flere stop på ruterne.

Mens Dynamo vandt i sin klasse gik det mindre godt for Innovator. Sidste år vandt de deres klasse ved at køre 3.549 kilometer/liter, men en række problemer med bilens elektronik forhindrede dem i at gennemføre ruten, og de måtte skuffede se til, mens den franske bil Polyjoule vandt ved at køre over 4.800 kilometer/liter.

Kilde: [www.dtu.dk](http://www.dtu.dk) ■

## Temadag om de nye brændselsceller

15. juni 2010, kl. 10.00 – 17.00

Danmarks Tekniske Universitet, 2800 Lyngby  
Bygning 101, mødelokale 1

Nye polymer-brændselsceller med øget driftstemperatur er på vej til markedet.

Danske forskere var blandt de første til at udvikle cellerne og er fortsat førende på området. I dag har Danmark aktører inden for alle led i værdikæden lige fra materialeforskning over celleproduktion og systemintegration til slutbrugere.

Teknologien er nu nået så langt, at det er vigtigt for udviklere, virksomheder og investorer at mødes.

Udviklingskonsortiet HotMEA indbyder derfor, i samarbejde med Partnerskabet for Brint og Brændselsceller, til temadag om de nye højtemperatur polymerbrændselsceller.

### Program:

- 10.00 Velkomst, v/Helge Holm-Larsen, Partnerskabet for brint og brændselsceller
- 10.10 Introduktion til HT-PEM brændselsceller, v/Jens Oluf Jensen
- 10.40 Dansk celleudvikling og produktion, v/Hans Aage Hjuler, Danish Power Systems
- 11.00 Kaffepause
- 11.20 Systemoptimering, v/Mads Pagh Nielsen, Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet
- 11.40 Hvorfor er HT-PEMFC interessant? v/Steen Yde-Andersen, IRD Fuel Cells A/S
- 12.00 Kommercielle brændselscelle-moduler, v/Mads Bang, Serenergy A/S
- 12.20 Frokost
- 13.20 Systemintegration og marked for HT-PEM, v/Jesper Thomsen, Dantherm Power A/S
- 13.40 Transportanvendelser, v/Jacob Krogsgaard, H2 Logic A/S
- 14.00 Hvorfor investere i brint og brændselsceller? v/Aksel Mortensgaard, Partnerskabet for brint og brændselsceller
- 14.20 Kaffepause
- 14.40 Perspektivet i Hot-MEA, Kim Behnke, Energinet.dk
- 15.00 EUDP's satsning på brændselsceller, v/Nicolai Zarganis, EUDP-sekretariatet
- 15.20 Fornyelsesfonden, Christian Bruhn Rieper, Erhvervs- og Byggestyrelsen
- 15.40 Investering i grøn teknologi, Jakob Steen Jensen, SEED Capital / DTU Symbion Innovation A/S
- 16.00 Afslutning og udstilling, v/Helge Holm-Larsen

Arrangementet er gratis og åbent for alle. Der er et begrænset antal pladser. Tilmelding er bindende. Ved udeblivelse eller framelding samme dag opkræves et gebyr på 300 kroner. Tilmelding senest 1. juni 2010 til:

**Kirsten Thomsen**  
[kmt@kemi.dtu.dk](mailto:kmt@kemi.dtu.dk)