

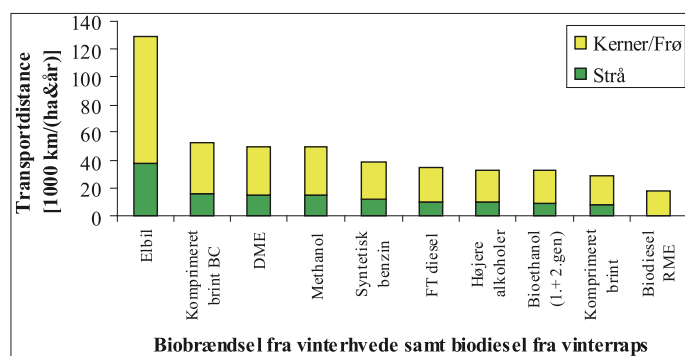
Effektivitet og CO₂-fortrængning for syntese af flydende brændsler fra biomasse

II. Sammenligning af syntesemulighederne

En mere udbredt brug af biobrændsler vil kunne nedbringe transportsektorens miljøbelastning og olieafhængighed. I to artikler i Dansk Kemi sammenlignes mulige biobrændsler. Denne anden del præsenterer kapacitet og miljøaflastning for de forskellige synteseløsninger

Af Jakob Munkholt Christensen, Peter Arendt Jensen og Anker Degn Jensen, Institut for Kemiteknik, DTU

Omdannelsen af biomasse til flydende transportbrændsler oplever en stigende interesse i takt med det forøgede fokus på den menneskeskabte udledning af CO₂. I to artikler i Dansk Kemi forsøger vi at give læseren et overblik over mulighederne for at udnytte biobrændsler i den danske transportsektor. Den første artikel i nr. 10 beskrev grundlaget for en sammenligning af de mulige synteseveje, idet markudbytter, synteseeffektiviteter og brændstofegenskaber for forskellige brændsler blev evalueret. I denne artikel sammenlignes de forskellige syntetiske brændsler mht. den transportdistance og miljøaflastning, der kan opnås ved fremstilling af de forskellige brændsler ud fra biomasse. De undersøgte brændsletyper er methanol, dimethylæter (DME), syntetisk diesel (såkaldt Fischer Tropsch eller FT diesel), blandede højere alkoholer (forkortet HA og primært bestående af ethanol), syntetisk benzin (fremstillet ud fra methanol/DME) samt bioethanol og biodiesel (rapsoliemethylester som er forkortet RME). Også elbiler og brintdrevne biler er inkluderet i denne evaluering. Sammenligningen sker i form af den transportdistance eller den CO₂-fortrængning, der kan opnås med de forskellige synteseveje ud fra et givet markareal. Disse værdier er beregnet på baggrund af de parametre, der blev præsenteret i den første artikel.



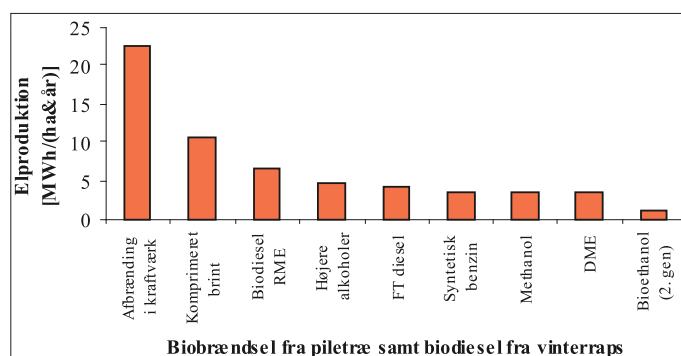
Figur 1. Den distance en gennemsnitsbil kan køre på alternative brændsler udvundet fra hektarårsudbyttet af vinterhvede (strå + kerner). Biodiesel udvundet fra vinterraps er også inkluderet i sammenligningen. "Komprimeret brint BC" indikerer brugen af brint i en bil drevet vha. en brændselscelle.

Potentiale for forskellige biobrændsler

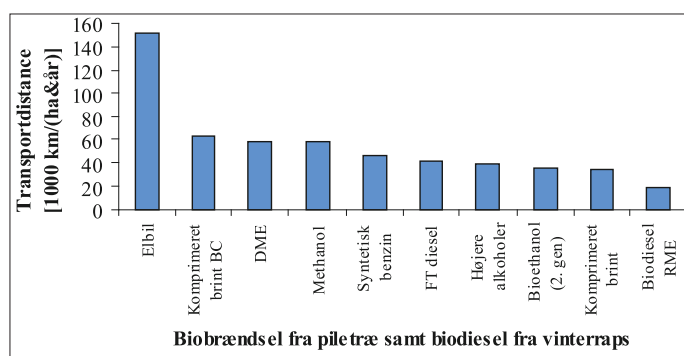
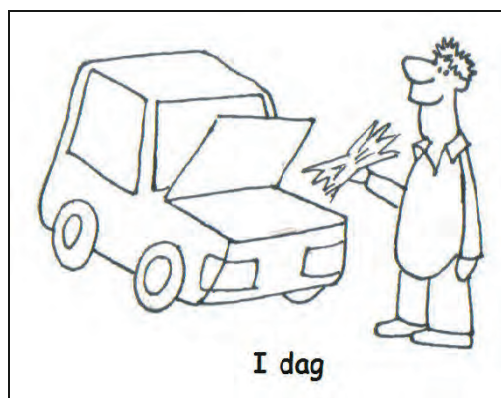
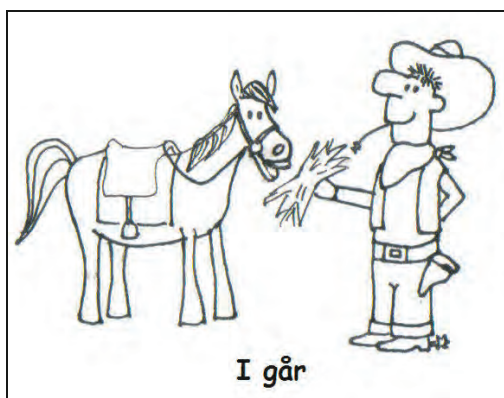
Ud fra markudbyttet for de forskellige afgrøder, brændselsyntesernes effektivitet og bilernes brændstoføkonomi, kan man estimere den distance, der kan tilbagelægges med biobrændsel udvundet af høstudbyttet fra en hektar markareal. Bortset fra elbiler og brugen af brint betragtes udnyttelsen af de alternative drivmidler kun for konventionelle stempelmotorer.

Figur 1 illustrerer den transportdistance, der kan opnås med syntetiske brændsler fra et års produktion af vinterhvede. Den bedste transportdistance kan opnås med en elbil efterfulgt af en brintdrevet brændselscellebil. Disse muligheder udgør dog fremtidsscenerier. Blandt de brændsler, der udnyttes med konventionelle stempelmotorer, er DME og methanol de bedste løsningsmuligheder mht. transportdistance. Produktionen af biodiesel fra raps giver en noget mindre transportdistance end de øvrige undersøgte biobrændsler. Dette skyldes dels, at raps giver et lavere tørstofudbytte end f.eks. hvede, og dels at kun rapsfrøene og ikke stråudbyttet kan udnyttes til produktionen af biodiesel.

Figur 2 illustrerer den tilbagelagte distance for forskellige brændsler ud fra et års produktion af piletræ, og denne figur viser generelt de samme tendenser som figur 1. DME og methanol



Figur 2. Den distance en gennemsnitsbil kan køre på alternative brændsler udvundet fra hektarårsudbyttet af pil. Biodiesel udvundet fra vinterraps er også inkluderet i sammenligningen. "Komprimeret brint BC" indikerer brugen af brint i en bil drevet af en brændselscelle.



Figur 3. Elproduktionen forbundet med de forskellige processer ud fra hektarårsudbyttet af piletræ. Biodiesel udvundet fra vinterraps er også inkluderet i sammenligningen.

er de flydende brændsler, der med de konventionelle motorteknologier giver den længste transportdistance pr. markareal. Højere alkoholer, FT diesel og syntetisk benzin giver næsten den samme transportdistance pr. markareal og ligger alle lidt lavere end methanol/DME. Lidt under dette niveau finder man bioethanol og komprimeret brint udnyttet i en stempelmotor.

Som beskrevet i den første artikel giver flere af brændselsynteserne mulighed for en biproduktion af elektricitet. Figur 3 viser den mulige elproduktion fra årsudbyttet af piletræ i forbindelse med brændselsynteserne samt for forbrænding af biomassen i et konventionelt kraftværk. Figur 3 viser, at afbrændingen af hele afgrøden i et konventionelt kraftværk giver den største elproduktion. Den næststørste elproduktion kommer fra samproduceret el i produktionen af brint. I fremstillingen af biodiesel fra raps indgår udbyttet af strå ikke i brændselssyn-

Hurtige og pålidelige gasmålinger

Photoacoustic Field Gas-Monitor – INNOVA 1412

Anvendes i en lang række applikationer, eksempelvis:

- Procesovervågning
- Kvalitetskontrol
- Arbejdsmiljø
- Ventilation og luftkvalitet
- Måling af drivhusgasser
- Forskningsopgaver

Læs mere på www.lumasenseinc.com



LUMASense
TECHNOLOGIES

Energivej 30
DK-2750 Ballerup
Tel. 44 200 100

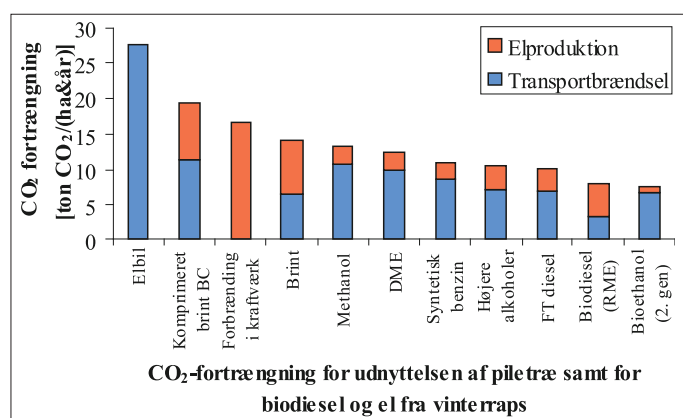
LumaSense Technologies markedsfører INNOVA instrumenter til måling af gasser, farlige stoffer og indeklimaforhold samt avancerede temperatur sensorer baseret på fiberoptikteknologi.

sen, men stråene kan potentielt anvendes til elproduktion, hvilket giver denne syntesevej et vist potentiale for elproduktion.

Estimat af CO₂-fortrængningen med de forskellige teknologier

På baggrund af energieffektiviteterne for de forskellige brændselssynteser er CO₂-fortrængningen ved slutudnyttelsen estimeret for de forskellige synteseløsninger samt for afbrænding af biomassen i et konventionelt kraftværk. Med slutudnyttelse menes der, at der kun er taget stilling til brugen af brændslet og ikke til miljøforholdene relateret til dyrkning, produktion og distribution af biobrændslet. Dieselalternativerne DME, RME og FT diesel fortrænger olieafledt diesel, mens el, brint, alkoholer og syntetisk benzin fortrænger olieafledt benzin. Elproduktion ud fra biomasse fortrænger kul i et konventionelt kraftværk.

Figur 4 viser CO₂-fortrængningen ved slutudnyttelsen med de forskellige synteseløsninger. Den primære konklusion på baggrund af figur 4 er, at den største CO₂-fortrængning generelt opnås ved at producere el ud fra biomassen. Den dannede elektricitet kan med fordel udnyttes i f.eks. elbiler. Årsagen til,



Figur 4. Fortrængningen af CO₂ ved slutudnyttelsen af de forskellige synteseprocesser. Der tages her ikke højde for et eventuelt fjernvarmebidrag til CO₂-fortrængningen. "Komprimeret brint BC" indikerer brugen af brint i en bil drevet vha. en brændselscelle.

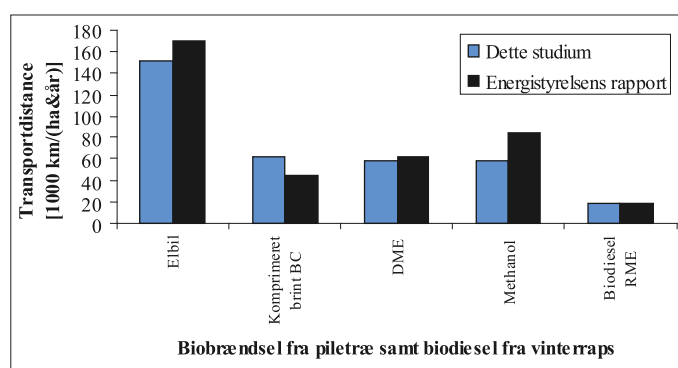
at den beregnede CO₂-fortrængning er større for en elbil end for almindelig elproduktion, er, at elbilen har en mærkbart højere energieffektivitet end den benzinbil, der fortrænges. Generelt må elbilen siges at klare sig ganske godt i sammenligningerne, og det kan i denne forbindelse nævnes, at bl.a. DONG Energy er gået ind i arbejdet med at introducere elbiler i Danmark [1]. Primært på grund af en anseelig samproduktion af el i syntesen af brint (som antages fremstillet ved termisk forgasning) giver denne løsning den næsthøjeste CO₂-fortrængning. Udnyttelse af brint i en fremtidig brændselscelle vil potentielt kunne tangere CO₂-fortrængningen ved alm. elproduktion, men det bør nævnes, at det indeværende estimat ikke inkluderer energibehovet for transport af brinten, som i tryksat form har en ret lav energitæthed. Det må derfor forventes, at figur 4 i nogen grad overvurderer CO₂-fortrængningen ved brintproduktion. Generelt ligger CO₂-fortrængningen med alle transportbrændslerne mærkbart lavere, end hvad der opnås ved afbrænding af biomassen i et konventionelt, kulfyret kraftværk. Fremstillingen af biodiesel fra raps giver en begrænset CO₂-fortrængning, men en forbrænding af stråproduktet i et konventionelt kraftværk bringer næsten biodiesel på højde med de øvrige synteseløsninger mht. CO₂-fortrængning. Det bør pointeres, at den estimerede CO₂-fortrængning ikke inkluderer produktion af fjernvarme. Hvis denne parameter inkluderes i analysen forøges CO₂-fortrængningen for især afbrændingen i et kraftværk, men

potentielt også for brændselssynteserne, der alle udvikler varme i forbindelse med syntesereaktionen.

Sammenligning med andre studier

De beregnede transportdistancer pr. markudbytte stemmer udmærket overens med resultater fra andre lignende studier [2-4]. Bilfirmaet Volvo har lavet en tilsvarende analyse [5], som dog omhandler tungere køretøjer. Kvalitativt stemmer resultaterne fra Volvos analyse godt overens med resultaterne fra det aktuelle studium. Energistyrelsen har netop udarbejdet en ny rapport på området [6], som er baseret på en baggrundsrapport fra konsulentfirmaet COWI [7]. Det er i denne forbindelse interessant at sammenligne det aktuelle studium med Energistylsens rapport mht. de teknologier, hvis nuværende niveau behandles i begge studier. I sammenligningen er der benyttet energieffektiviteter fra Energistylsens rapport, mens markudbyttet er taget fra det nærværende studium (præsenteret i den første del af denne artikelserie). I COWI's baggrundsrapport [7] antages en benzinbil at kræve en energitilførsel på 0,36 MJ/km, mens en dieselbil pga. en større vægt kræver 2% mere energi pr. km. Disse værdier er benyttet til at estimere den transportdistance pr. markareal, der forudsiges af Energistylsens rapport. I Energistylsens rapport betragtes brintfremstilling gennem spaltning af vand vha. af dansk blandingsel, mens der i dette studium fokuseres på brintfremstilling via forgasning af biomasse. Det bør pointeres, at methanol i Energistylsens rapport udnyttes i en brændselscellebil, mens methanol i den indeværende analyse udnyttes i en konventionel benzinmotor.

Figur 5 viser en sammenligning mellem transportdistancerne estimeret i dette studium og distancerne beregnet ud fra Energistylsens rapport. Af figur 5 fremgår det, at de to studier stemmer relativt godt overens. Som nævnt behandler de to studier forskellige synteseveje til brint, hvorfor det er vanskeligt at sammenligne transportdistancer for dette brændstof. Det



Figur 5. Den distance en gennemsnitsbil kan køre på alternative brændsler udvundet fra hektarsudbyttet af pil. Biodiesel udvundet fra vinterraps er også inkluderet i sammenligningen. Figuren sammenligner transportdistancer fra det nærværende studium med transportdistancer beregnet på baggrund af resultaterne fra Energistylsens rapport [5]. BC indikerer brug i en brændselscelle.

fremgår også af figur 5, at methanol i Energistylsens rapport giver en mærkbart højere transportdistance end estimatet for dette studium. Da methanol udnyttes med forskellige teknologier i de to studier, er de fundne transportdistancer imidlertid ikke direkte sammenlignelige. Generelt må det konkluderes, at de præsenterede resultater synes at stemme godt overens med andre studier på området.

Konklusion

I de seneste år har der været et stadigt stigende ønske om at

nedbringe transportsektorens miljøbelastning og parallelt med dette at opnå en øget uafhængighed af de ofte politisk ustabile olieproducerende lande. Et skridt imod realiseringen af disse ønsker kunne være en forøget udnyttelse af biobrændsler i transportsektoren. Målsætningen med denne artikelserie er ingenlunde at udpege det biobrændsel, der entydigt bør sættes på, men snarere at illustrere det brede spektrum af muligheder, som foreligger. Fokus i debatten har hidtil været på bioethanol og biodiesel, men flere af de andre undersøgte brændselsløsninger kan potentielt give længere transportdistancer pr. markareal. På baggrund af de udførte beregninger synes den bedste løsning at være afbrænding af biomassen i et konventionelt, kulfyret kraftværk og udnyttelse af den dannede elektricitet i en elbil. Ser man på de brændsler, som kan udnyttes i konventionelle stempelmotorer, synes den bedste løsning at være forgasning af biomassen til syntesegas efterfulgt af en katalytisk omdannelse af den dannede syntesegas til et af flere mulige brændstokkemikalier.

E-mail-adresse:
Anker Jensen, aj@kt.dtu.dk

Referencer

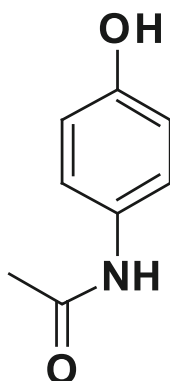
1. DONG Energy; Pressemeldelse 27/8-2008. Kan downloades fra: <http://www.dongenergy.com/NR/rdonlyres/E3227A00-B9C1-4D9C-BA41-EE8B0B336271/0/ElbilertilDanmark.pdf>
2. Hamelinck C. N., Faaij, A. P. C. (2006) Outlook for advanced biofuels, Energy Policy, 34, 3268.
3. Alternative Fuels Contact Group (2003) Market development of alternative fuels. Rapport fra EU kommissionens kontaktgruppe for alternative brændsler.
4. Wurster, R. (2003) GM Well-to-Wheel Studie – Ergebnisse und Schlüsse sowie Vergleich mit anderen Arbeiten und Ausblick auf Kraftstoffpotentiale und –kosten. Kan downloades fra: http://www.hydrogen.org/Wissen/pdf/Results_GM_WtW_OCT2003.pdf
5. Volvo Truck Corporation (2007) Volvo trucks and the environment. Kan downloades fra: www.volvo.com/NR/rdonlyres/8AD88732-6B45-4225-B93C-D6E459D6EC74/0/Environment_Eng_2007_05.pdf
6. Energistyrelsen (2008) Alternative drivmidler i transportsektoren. Kan downloades fra: <http://www.ens.dk/sw63457.asp>
7. COWI (2007) Teknologivurdering af alternative drivmidler til transportsektoren. Kan downloades fra: <http://www.ens.dk/sw63457.asp>

Nyt om...

....Paracetamol og astma

Voksne, der bruger paracetamol hver uge, har tre gange så stor risiko for at lide af astma, som dem der tager det sjældnere. Det er konklusionen på en analyse offentliggjort i European Respiratory Journal dette år. Artiklen har L. Skadhauge og G. Thomsen fra Odense Universitetshospital som medforfattere. Undersøgelsen er baseret på 521 astmatikere sammenlignet med 507 personer uden astmadiagnose. Forfatterne mener, at effekten hænger sammen med en hæmning af antioxidanter i lungerne.

Carsten Christophersen



Paracetamol

Automatiserings Specialisterne:

Fastfaseoprensning SPE, Filtrering, pH-måling, Reaktionsmonitoring, Automatisk Vejestation, robotløsninger til generel væskehåndtering.



Liquidhandlere, HPLC / GPC / LC- kromatografi fra Gilson Inc. .
Spektrofotometre fra Scinco & Picodrop.
TLC / HPLC udstyr fra CAMAG.
Reaktionsudstyr fra Radleys.
ProteinPro, OligoPro & MicroPro fra AATI mv.



Salg og service af Gilson pipetter.

Akkrediteret kalibrering af alle fabrikater pipetter

 **DANAK** akkreditering nr. 482.



Biolab A/S
Sindalsvej 29 DK
8240 Risskov
Telefon 8621 2866
E-mail: sales@biolab.dk

www.biolab.dk



Kemikalier, REACH og GHS

Rådgivning

Software

Kurser

DHI har Danmarks stærkeste tværfaglige videnmiljø på kemiske stoffer og deres effekt på mennesker og miljø.

DHI Center for Miljø og Toksikologi Agern Allé 5 2970 Hørsholm
Tel: 4516 9200 www.reach.dhigroup.com www.dhi.dk