



Turbo på forskning i biobrændstoffer	1
12 millioner kroner til et nyt bioraffinaderi	4
Bioenergien blev top-scorer	5
Brænde er en overset ressource	6
Brændeforbruget langt større end antaget	8
Hvor langt kan vi køre på en hektar?	9
Kvælstofomsætning i biogasanlæg	10
Biodiesel fra fedtsugninger	12

## Turbo på forskning i biobrændsler

Nu bliver der for alvor åbnet op for penge-kasserne til forskning i flydende biobrændsler. Fra Globaliseringspuljen er der afsat 200 millioner kroner over de næste fire år, og for nylig har Højteknologifonden, Det Strategiske Forskningsråd og Energinet.dk bevilget knap 90 millioner kroner til området.

*Af Torben Skøtt*

Regeringen forsøger nu at dæmme op for kritikken for ikke at ville leve op til EU's biobrændstofdirektiv. Det sker ved at give forskning og udvikling af de miljøvenlige biobrændstoffer et markant løft. Samtidig holder regeringen dog fast i, at afgiftslettelser ikke er vejen frem. Det har ellers været et stærkt ønske fra flere aktører inden for branchen, herunder ikke mindst landbruget.

Det er primært udviklingen af den såkaldte anden-generationsteknologi

til produktion af bioethanol, regeringen vil satse på. Her er Danmark langt fremme, og det er et område som der er betydelig fokus på ikke mindst i Europa, USA og Kina.

Hvis alt går vel, kan det således gå hen og blive en ganske god forretning. På globalt plan forventer Det Internationale Energiagentur, at der skal investeres 17.000 milliarder dollars i energisektoren frem til 2030, og vi har tidligere vist, at vi er i stand til give eksporten af energiteknologi et gevaldigt løft. I år ventes eksporten af energi- og miljøteknologi således at nå op på næsten 50 milliarder kroner, og meget tyder på, at vi kan nå endnu højere op i de kommende år.

### Globaliseringspuljen

Pengene til en styrkelse af forskningen kommer især fra Globaliseringspuljen. I alt skal der bruges 200 millioner kroner til biobrændstoffer over de næste fire år, og dertil kommer en række bidrag fra de øvrige fonde og tilskudsordninger. I september bevilgede Højteknologifonden således 10 millioner kroner til forskning i bio-

*Maxifuel-anlægget på Danmarks Tekniske Universitet, hvor der produceres ethanol, brint, biogas og brændelsespiller. Råvarerne er halm og andre restprodukter fra landbruget, og man satser på at opnå et højt ethanoludbytte i forhold til den tilførte biomasse. På billedet er en af forskerne ved at hælde halmpiller på anlægget.*



foto: lar bertelsen/ingeniøren

► diesel, og midt i november blev der bevilget knap 22 millioner til forskning i bioethanol. Derudover har Det Strategiske Forskningsråd bevilget godt 27 millioner kroner til to projekter om biobrændstoffer, og fra Energinet.dk er der bevilget 30 millioner til et konsortium, der vil forske i, hvordan biomasse kan forgasses og efterfølgende omdannes til syntetisk benzin (se tabel 1).

### Ethanol

I dag udgør biobrændstoffer kun et par procent af verdens samlede brændstofforbrug, men markedet vokser for tiden med 20-25 procent om året. I 2006 forventes verdens samlede produktion af ethanol at komme op på 40 milliarder liter. I

den sammenhæng er markedet for biodiesel nærmest forsvindende lille med en omsætning på kun 4 millioner tons i 2006.

Brasilien har i mange år været den største producent af ethanol, men er i år blevet overhalet af USA, der nu står for knap halvdelen af den samlede produktion i verden. Produktionen i Europa og Kina udgør kun nogle få procent af verdensmarkedet, men begge steder er der forventninger om en betydelig vækst i de kommende år.

I dag foregår produktionen af ethanol på de såkaldte første-generationsanlæg, hvor stivelse og sukker omdannes til ethanol ved hjælp af gær. Råvarerne er således traditionelle landbrugsafgrøder som sukkerrør, majs og korn.

Der skal ikke megen fantasi til at forestille sig, at med en årlig vækst på 20-25 procent bliver der hurtigt mangel på de traditionelle landbrugsafgrøder. Arealkravene er betydelige – især for majs og korn – mens sukkerrør er langt mindre krævende.

Det er således tvingende nødvendigt at få udviklet en teknologi, som kan udnytte andre former for biomasse end de traditionelle landbrugsafgrøder. I Danmark er der især fokus på at bruge halm som råvare, men i princippet vil stort set alle former for biomasse kunne bruges til fremstilling af ethanol, herunder også organisk husholdningsaffald.

Vi har tidligere her i bladet omtalt flere af de forskellige teknikker, der går under fællesbetegnelsen anden-

Tilskud fra	Projektdeltagere	Beløb	Projekt
Højteknologifonden	SCF Technologies A/S, Århus Universitet og Aalborg Universitet	10 mio. kr.	2. generations biodiesel
Højteknologifonden	DONG Energy, Danmarks Tekniske Universitet, Statoil, Topsøe Fuel Cell, Novozymes, Landbohøjskolen og RISØ.	22 mio. kr.	2. generations ethanol
Det Strategiske Forskningsråd	Danmarks Tekniske Universitet, RISØ, Landbohøjskolen, DIAS-Bygholm, Syddansk Universitet, Novozymes og Emmelev Mølle	12 mio. kr.	Nye metoder til 2. generations biobrændstoffer
Det Strategiske Forskningsråd	Danmarks Miljøundersøgelser, RISØ, Danmarks Tekniske Universitet, Danmarks TransportForskning og Teknologisk Institut	15 mio. kr.	Biobrændstoffers påvirkning af miljø og sundhed
Energinet.dk (PSO-midler)	Dong Energy, Novozymes, Amagerforbrænding, Haldor Topsøe, Landbohøjskolen og Danmarks Tekniske Universitet.	30 mio. kr.	Bioforgasning, kraftvarme og syntetisk benzin
Globaliseringspuljen	Ikke besluttet	200 mio. kr.	Ikke besluttet

Table 1. Oversigt over bevillinger til biobrændstoffer i efteråret 2006.



generationsanlæg. Grundlæggende set handler det om at forbehandle biomassen, hvorefter man ved hjælp af enzymer kan få nedbrudt cellulose til glukose, der efterfølgende kan forgæres til ethanol. Hvordan det skal foregå i praksis, er der flere bud på, ligesom der er forskellige opfattelser af, om det er mest oplagt at bruge restprodukterne til brændsel, foder eller produktion af biogas.

### Kendte ansigter

En væsentlig del af de nye bevillinger er gået til kendte aktører inden for branchen. Det drejer sig blandt andet om IBUS-projektet, som DONG Energy står bag, samt Maxifuel konceptet, der er udviklet på Danmarks Tekniske Universitet.

Begge aktører er med i et konsortium, som har fået 22 millioner kroner fra Højteknologifonden. De to projekter har flere ting til fælles, men på andre områder har de hver deres mening om, hvordan tingene skal gribes an. Der bliver således både tale om et samarbejde, hvor projekterne kan drage nytte af hinandens erfaringer, men der er også lagt op til en dyst om, hvem der kan præstere de bedste løsninger.

For IBUS-projektet handler det om at få udviklet en proces, der udnytter spildvarmen fra et kraftværk, og hvor restprodukterne kan bruges som brændsel på værket. Råvarerne til produktionen skal i første omgang være helsæd, der forarbejdes til ethanol og foder.

Maxifuel-anlægget skal ud over ethanol producere brint, biogas og brændselspiller. Råvarerne er halm og andre restprodukter fra landbruget, og man satser på at opnå et højt ethanoludbytte i forhold til den tilførte biomasse.

Ud over DONG Energy og Danmarks Tekniske Universitet deltager Statoil, der allerede i dag bruger ethanol i et af deres produkter samt Topsøe Fuel Cell, der producerer brændselsceller, som kan køre på ethanol. Novozymes, der producerer enzymer til processen, er ligeledes med i projektet, og endelig deltager Landbohøjskolen samt forskningscenteret RISØ. ■

## Biobrændstoffer, miljø og sundhed

foto: torben skøtt/biopress



**Med en bevilling på knap 15 millioner kroner fra Det Strategiske Forskningsråd går Danmark Miljøundersøgelser nu i gang med at kortlægge biobrændstoffernes betydning for befolkningens sundhed, miljøet og landskabet.**

– Det er et tværgående projekt, hvor vi skal se på alt det, der ikke lige handler om fremstilling af biobrændstoffer, fortæller projektleder Jytte Boel Illerup fra Danmarks Miljøundersøgelser.

– Vi skal have undersøgt, hvilke konsekvenser det kan få for miljøet og befolkningens sundhed, hvis vi begynder at bruge biobrændstoffer i

større stil. Derudover skal vi se på, hvilken betydning det vil få for landskabet, hvordan det vil påvirke forsyningssikkerheden, og hvordan økonomien er, hvis en større mængde fossile brændsler bliver erstattet af biobrændstoffer, forklarer projektlederen.

Ud over Danmarks Miljøundersøgelser deltager RISØ, Danmarks Tekniske Universitet, Danmarks TransportForskning og Teknologisk Institut i projektet. Sidstnævnte skal blandt andet foretage en række målinger på køretøjer, der anvender biobrændstoffer.

Projektet løber over fire år og skal afsluttet i 2011. TS

## 30 millioner til konsortium

**Bestyrelsen i Energinet.dk godkendte først i december en bevilling på 30 millioner kroner til et konsortium, der vil forske i biobrændstoffer.**

Som noget nyt yder Energinet.dk for første gang i 2007 støtte til et større konsortium. Bevillingen, der er på 30 millioner kroner, kommer fra den såkaldte PSO-ordning og går til et projekt med titlen REnescience.

Konsortiet består af Dong Energy, Novozymes, Amagerforbrænding, Haldor Topsøe, Landbohøjskolen og Danmarks Tekniske Universitet. Planen er at etablere et forsøgsanlæg til forgasning af affald og biomasse. Gassen vil efterfølgende blive brugt

til kraftvarme eller omdannet til syntetisk benzin.

Syntetiske brændstoffer kan fremstilles ved hjælp af såvel naturgas som gas, der er produceret på basis af biomasse. Under høj temperatur, tryk og ved hjælp af forskellige katalysatorer kan gassen omdannes til benzin eller diesel og således indgå som brændsel i transportsektoren.

Anvendelse af biomasse til fremstilling af syntetiske biobrændstoffer er endnu på udviklingsstadiet. En række af processerne skal optimeres yderligere – især forgasningen af biomassen – før det er økonomisk fordelagtigt at producere syntetisk benzin og diesel. TS

## 12 millioner kroner til et nyt bioraffinaderi

**Med en bevilling på godt 12 millioner kroner fra Det Strategiske Forskningsråd får en gruppe forskere og virksomheder nu lejlighed til at se på helt nye muligheder for at etablere et såkaldt bioraffinaderi.**

Danmarks to store projekter om bioethanol, IBUS og Maxifuels, får fra årsskiftet følgeskab af endnu et stort tværfagligt projekt. Det sker, når Institut for Miljø & Ressourcer på Danmarks Tekniske Universitet går i gang med at undersøge en række nye muligheder for, hvordan biomasse kan omdannes til forskellige produkter. Ud over brændstoffer som biodiesel, bioethanol, biobrint og biogas vil forskerne også undersøge mulighederne for at producere forskellige former for gødning og naturlige pesticider, der er mere skånsomme over for miljøet end de pesticider, landbruget i dag anvender.

Det er professor Irini Angelidaki fra Institut for Miljø & Ressourcer, der står for projektledelsen. Derudover deltager forskere fra RISØ, Landbohøjskolen, DIAS-Bygholm og Syddansk Universitetscenter. På virksomhedssiden deltager Novozymes, der skal levere de nødvendige enzymer, samt Emmelev Mølle, der producerer omkring 80.000 tons biodiesel om året.

### Strid om patent på bio-olie

I sidste nummer af Forskning i Bioenergi omtalte vi en ny teknologi til produktion af bio-olie, som SCF Technologies er i færd med at udvikle. Processen, der har fået betegnelsen CatLiq, går kort fortalt ud på, at organisk materiale varmes op og under højt tryk pumpes ind i en beholder, hvor en række katalysatorer efterligner den proces, som har skabt jordens oliereserver.

Men nu viser det sig, at det måske slet ikke er SCF Technologies, der har rettighederne til teknologien. Efter at vi bragte artiklen om CatLiq-

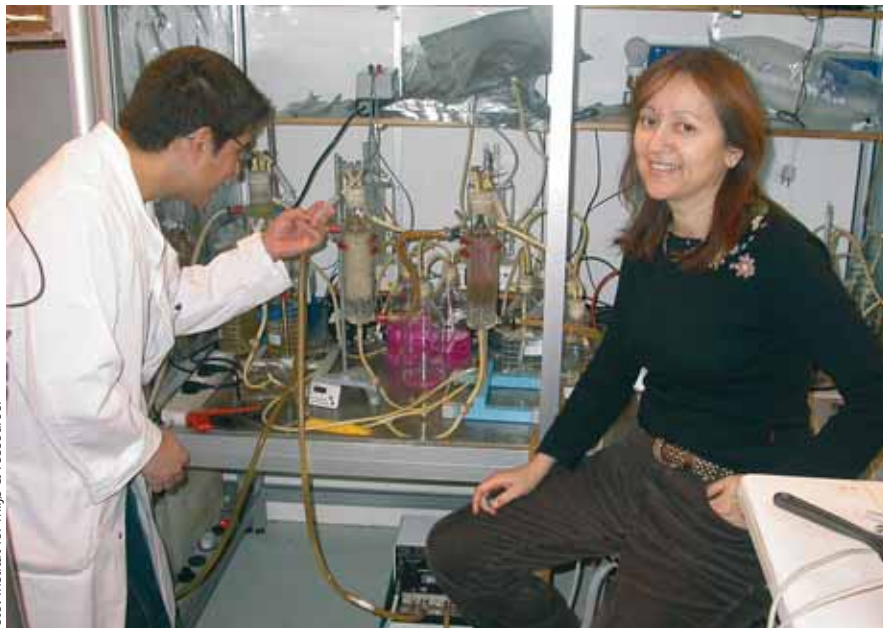


foto: Institut for miljø & ressourcer

*Forskere fra Danmarks Tekniske Universitet skal nu i gang med at kortlægge nye måder at omsætte biomasse på. Til højre ses professor Irini Angelidaki, der skal stå for projektledelsen.*

Ifølge Irini Angelidaki er tanken bag etablering af bioraffinaderier endnu så ny, at det gælder om at holde alle muligheder åbne. Derfor ser hun først og fremmest det nye projekt som et godt supplement til de to eksisterende projekter, IBUS og Maxifuels.

– Når man arbejder med et konkret koncept, bliver man ofte låst fast i en bestemt tankegang, og det kan være svært at få øje på nye muligheder. Derfor har vi gjort meget ud af

ikke at være “forlovet” med bestemte koncepter – vi vil se på opgaven med helt friske øjne, forklarer Irini Angelidaki.

### Biodiesel og ethanol

En af de muligheder, forskerne skal se nærmere på, er, hvordan man kan gøre produktionen af biodiesel billigere og mere energiøkonomisk. Det skal blandt andet ske ved hjælp af enzymer, og ved at restprodukterne anvendes til fremstilling af ethanol eller til produktion af naturlige pesticider. Sidstnævnte opgave vil Landbohøjskolen tage sig af, mens Danmarks Tekniske Universitet kommer til at stå for produktionen af ethanol sammen med Forskningscenter RISØ.

Et andet område, forskerne vil sætte fokus på, er, hvordan man mest effektivt kan håndtere de store mængder biomasse, der skal behandles på et bioraffinaderi. Det drejer sig dels om de råvarer, anlægget skal have tilført, dels om de produkter der skal føres tilbage til landmændene.

Projektet starter i 2007 og løber i fire år. TS

processen i sidste nummer, er vi blevet kontaktet af kemikeren Kjeld Andersen, der hævder at have såvel et europæisk som japansk patent på teknologien.

Den påstand bliver dog prompte afvist af direktøren hos SCF Technologies, Karsten Felsvang.

– Det har ikke noget på sig. Vi har selv udviklet teknologien, og i øvrigt udløber Kjeld Andersens patenter i marts 2009. Til den tid kan enhver således frit udnytte den proces, Kjeld Andersen hævder at have patent på, siger direktøren. TS

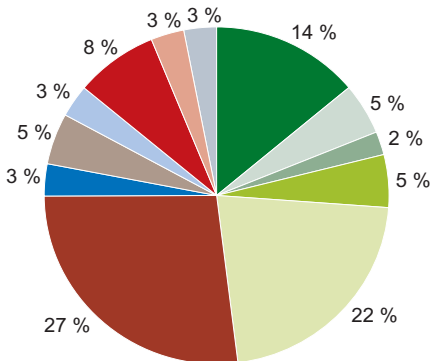
# Bioenergien blev topscorer hos Energinet.dk

**Bioenergien blev den absolutte topscorer ved fordelingen af PSO-midlerne til forskning og udvikling i 2007. Knap halvdelen af den samlede ramme på 130 millioner kroner går til projekter inden for bioenergi og affald.**

I begyndelsen af december godkendte bestyrelsen i Energinet.dk fordelingen af de 130 millioner kroner, der er afsat til forskning og udvikling under den såkaldte PSO-ordning i 2007.

Knap halvdelen af midlerne er bevilget til projekter inden for bioenergi og affald. Forskning i brændselsceller får 27 procent af de 130 millioner, og resten går til sol, vind, energisystemer samt styring og regulering.

Da ansøgningsfristen for at søge midler til 2007 udløb, havde Energinet.dk modtaget ansøgninger for et samlet beløb på omkring 600 millioner kroner. Den efterfølgende vur-



- Affald- og bioforbrænding
- Affald- og bioforgasning
- Affald- og biohåndtering
- Biogas
- Konsortie - bioenergi
- Brændselsceller
- Bølgekraft
- Energisystemer
- Styring og regulering
- Solceller
- Vindkraft
- Reserve

*Fordeling af PSO-midlerne i 2007. Knap halvdelen af pengene går til projekter inden for bioenergi og affald, herunder 30 millioner kroner til et konsortium under ledelse af DONG Energy.*



foto: jørgen schytte

*Lidt over en fjerdedel af PSO-midlerne for 2007 er gået til demonstrationsprojekter. På billedet ses et demonstrationsanlæg til forgasning af halm og affald, som Danish Fluid Bed Technology har fået støtte til at videreudvikle.*

dering viste, at det faglige niveau generelt var meget højt. Der var projekter for i alt 265 millioner kroner, som fik topkarakter, men da rammen er på kun 130 millioner, var det nødvendigt at give afslag til rigtig mange gode projekter.

Energinet.dk har i 2007-programmet for første gang haft mulighed for at yde en særlig bevilling til et større konsortium. Det sker med en bevilling på 30 millioner kroner til REne-science, som DONG Energy står i spidsen for. Projektet handler om forgasning af biomasse, der efterfølgende anvendes til kraftvarme eller omdannes til syntetisk benzin.

– Af den samlede bevilling på 130 millioner kroner går 34 millioner til demonstrationsprojekter, fortæller Niels Fog, der er bestyrelsesformand i Energinet.dk.

– Vi kan se, at der er særligt behov for bevillinger til demonstrationsprojekter og glæder os over, at der er afsat 277 millioner kroner over fire år fra Globaliseringspuljen til demonstration af miljøvenlige teknologier til elproduktion.

– Vi vil aktivt arbejde for, at disse midler kan udmøntes på en måde, så der sker samtænkning med eksisterende energiforskningsprogrammer, siger Niels Fog. TS

## Miljøpris til forskere

To forskere, der i en årrække har arbejdet på at producere bioethanol på basis af halm, har fået tildelt Miljøprisen 2006 på 250.000 kroner fra Aase og Ejnar Danielsens Fond. De to forskere er professor Birgitte K. Ahring fra Danmarks Tekniske Universitet og udviklingschef Charles Nielsen fra DONG Energy.

Birgitte Ahring er leder af Maxifuel-projektet, hvor halm omdannes til ethanol, biogas, brint og brændselspiller. Charles Nielsen har i en årrække stået i spidsen for IBUS-anlægget, der i dag er placeret ved Skærbækværket. Her produceres der ethanol, foder og brændsel på basis af helsæd, men i princippet vil det være muligt at anvende stort set alle former for biomasse.

## Bioenergiportalen.se

I Sverige har bioenergien fået sin helt egen internetportal på adressen [www.bioenergiportalen.se](http://www.bioenergiportalen.se). Initiativet kommer fra Jordbruksverket, der fungerer som rådgiver for den svenske regering i spørgsmål om landbrugsforhold. Portalen henvender sig primært til producenter og brugere af biomasse, men rådgivere, myndigheder og andre med interesse for bioenergi vil også kunne få glæde af de mange informationer på portalen. Ud over en række artikler om udnyttelse af biomasse til energiformål indeholder portalen en nyhedssektion, der opdateres flere gange om dagen, en oversigt over møder og konferencer, et billedarkiv, et debatforum og en omfattende linksamling.



Nye undersøgelser har vist, at brændeforbruget er cirka 60 procent højere end tidligere antaget. Det betyder, at brænde på årsbasis dækker 13 procent af det samlede behov for rumopvarmning i Danmark.



foto: torben skøtt/biopress

## Brænde er en overset ressource

– *og et overset forskningsområde*

Brænde dækker i dag 13 procent af danskernes behov for rumopvarmning, men teknologisk set befinder brændeovne sig på samme stade som en gammelstubs mølle. Alligevel er det praktisk taget umuligt at skaffe midler til forskning i brændefyring, hævder kendt forsker fra Skov & Landskab.

*Af Torben Skøtt*

– Jeg er godt klar over, at det her kan lyde som en lang klagesang, men det er på tide, vi sætter fokus på de helt oplagte muligheder, vi har for at gøre brændefyring mere effektiv – til gavn for miljøet, forsyningsikkerheden og eksporten.

– Ordene kommer fra Niels Heding, anerkendt forsker fra Skov & Landskab, der er i dag hører under Landbohøjskolen, og som fra nytår skifter navn til “Det Biovidenskabelige Fakultet for Fødevarer, Veterinærmedicin og Naturressourcer”. Det kan sikkert blive svært at huske, så mon

ikke det bliver den engelske version “Faculty of Life Science”, der bliver brugt i praksis.

Niels Heding er doktor i jordbrugsvidenskab, og har i årtier beskæftiget sig med træ til energiformål. På et nyligt afholdt symposium om bioenergi på Landbohøjskolen fortalte han om det store potentiale, der ligger i en mere effektiv anvendelse af træ til energiproduktion.

**60 procent mere brænde**

Energystyrelsen har for nylig opgjort brændeforbruget til at være cirka 60 procent højere end tidligere antaget. Det betyder, at brænde på årsbasis dækker 13 procent af det samlede behov for rumopvarmning i Danmark. Brændefyring erstatter således et årligt olieforbrug på 480.000 tons om året, svarende til et CO<sub>2</sub>-udslip på 1,5 millioner tons om året.

– Og det er temmelig meget. I henhold til Kyoto-protokollen skal vi reducere vores CO<sub>2</sub>-udslip med 12 millioner tons om året, så brændefyring svarer til mere end ti procent af reduktionsmålene, fortalte Niels Heding og fortsatte:



foto: torben skøtt/biopress

Moderne brændeovne er fortsat baseret på en teknologi fra 1800-tallet. Her er det ovnsætter Knud Schmidt fra Christiansfeld ved siden af en gammel støbejernsovn.

– Men vi kan få langt mere ud af ressourcerne, hvis vi får udviklet en ny generation af brændeovne med en høj virkningsgrad. De ovne, vi har i dag, er baseret på en teknologi, der blev udviklet i 1800-tallet, og hvis vi drager en parallel til vindmølleindustrien, kan vi sammenligne dem med gammeldags stub-møller eller hollandske vindmøller. Reelt er de kun i stand til at udnytte omkring halvdelen af energiindholdet i træ, for i praksis er det næsten umuligt at få temperaturen op på et niveau, hvor gasserne – som udgør halvdelen af energiindholdet – bliver brændt af.

### Ingen tilskud

Ifølge Niels Heding er det imidlertid meget vanskeligt – for ikke at sige umuligt – at skaffe midler til forskning i effektiv brændefyring.

– Der er en tendens til, at forskningsmidlerne næsten udelukkende går til de mere avancerede former for bioenergi. Tidligere var det blandt andet forgasningsanlæg, men i dag er det især de såkaldte 2. generationsanlæg til bioethanol, som får de store bevillinger. De mere jordnære løsninger, som kan få stor betydning for miljøet og forsyningsikkerheden, er der ikke meget fokus på, siger Niels Heding.

Han undrer sig over den prioritering, for i virkeligheden opfylder forskning i effektiv brændefyring alle de krav, som Det Rådgivende Energiforskningsudvalg har fremlagt i deres seneste strategi fra april 2006. Her nævner udvalget, at forskningen især skal være med til at fremme:

- forsyningsikkerheden
- målene i Kyoto-protokollen
- vækst og erhvervsudvikling

– Forskning i effektiv brændefyring opfylder alle tre kriterier, forklarer Niels Heding.

– Jeg er så gammel, at jeg kan huske 2. verdenskrig, hvor boligerne i vid udstrækning blev opvarmet med træ. Får vi en lignende krise, vil brændefyring igen kunne bidrage til forsyningsikkerheden. Det er blandt andet svenskerne meget bevidste om, så de har en regel om, at alle nye boliger



foto: torben skovt/biopress

ger skal have adgang til en skorsten.

– Brændeovne producerer CO<sub>2</sub>-neutral energi, og hvis vi kan hæve den gennemsnitlige virkningsgrad fra 50 til 80 procent, er det virkelig noget, der tæller i CO<sub>2</sub>-regnskabet.

– Endelig er der spørgsmålet om vækst og erhvervsudvikling, hvor effektiv brændefyring igen trækker i den rigtige retning. Allerede i dag eksporterer Danmark brændeovne for omkring 500 millioner kroner, og markedet er enormt. I mange lande er fjernvarme nemlig et ukendt begreb, og opvarmningen af boligerne fore-

*I sidste halvdel af 1700-tallet blev der forsket en del i effektiv brændefyring – ikke mindst i Sverige hvor der på det tidspunkt var mangel på træ. Resultatet blev denne kakkelovn "Cronspisen", der selv i dag hører til en af de mest effektive ovne på markedet. Et velisoleret brændkammer sikrer, at temperaturerne når op på et niveau, hvor gasserne brændes af, og et sindrigt system af lange røgnaler får afsat varmen til den tunge stenmasse. Derfor er det kun nødvendigt at fyre to gange om dagen i en kakkelovn.*

går primært med individuelle oliefyr og elvarme.

På spørgsmålet om det er ikke er fabrikanterne selv, der må stå for den nødvendige forskning og udvikling, siger Niels Heding:

– Nej, det mener jeg ikke. Branchen er kendetegnet ved mange små og mellemstore virksomheder, og de er ikke i stand til at løfte den opgave. Det må det offentlige påtage sig. Fabrikanterne støtter op om en øget forskning i brændefyring, og de er parate til at omsætte resultaterne i praksis, siger Niels Heding.

## Energistyrelsen: Brændefyring har lav prioritet

**Energistyrelsen kan godt bevilge penge til forskning i brændefyring, men det er ikke et område, der har høj prioritet.**

Energiforskningsprogrammet kan godt bevilge penge til forskning i effektiv brændefyring. Det er der principielt intet til hinder for, fortæller civilingeniør Jan Bünger fra Energistyrelsen. Han har i en årrække været med til at administrere midlerne fra Energiforskningsprogrammet, og han er godt klar over, at brændefyring ikke står øverst på listen over støttede forskningsprojekter. Men det er der en naturlig forklaring på:

– Vi har kun begrænsede midler til rådighed, så vi er nødt til at prioritere. I den forbindelse har vi især valgt at satse på de mere avancerede former for udnyttelse af biomasse med en samlet høj virkningsgrad til både el, varme og transport. Det drejer sig blandt andet om udviklingen af den såkaldte anden-generationsteknologi til produktion af flydende biobrændstof i samspil med produktion af kraftvarme, siger Jan Bünger.

Han forklarer de store tilskud til ethanol med, at det er et område, hvor Danmark står stærkt, så det gælder om at være med nu, hvor en lang række lande er i fuld gang med at udvikle anlæg, der kan udnytte affald og forskellige restprodukter fra landbruget.

TS



## Brændeforbruget langt større end antaget



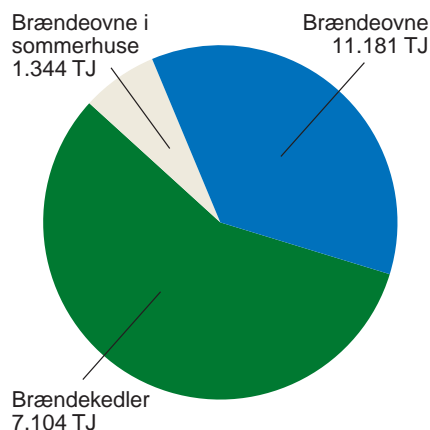
foto: torben skott/lopress

### En ny undersøgelse viser, at brændeforbruget i Danmark har været groft undervurderet, og at forbruget reelt er cirka 60 procent højere end hidtil antaget.

I mange år er forbruget af brænde blevet opgjort ud fra en antagelse om, at en tredjedel af forbruget stammer fra skovbrugets hugst, mens den resterende del kommer fra andre kilder som import, private heg og haver, samt resttræ fra industrien.

I 2005 indikerede en ny undersøgelse imidlertid, at det samlede forbrug af brænde kunne være væsentligt større end hidtil antaget. På den baggrund bad Energistyrelsen Force Technology og Teknologisk Institut om at lave en mere præcis opgørelse af brændeforbruget i Danmark.

Den nye opgørelse er baseret på en omfattende interviewundersøgelse i sommeren 2006. Ved at spørge over 1.000 forbrugere om deres faktiske forbrug af brænde er forskerne kom-



Fordeling af brændeforbruget mellem ovne og kedler.

met frem til, at forbruget sidste år var på 19.630 terajoule. Det er cirka 60 procent mere, end hvad tidligere undersøgelser har vist, og dermed dækker brændefyring ikke mindre end 13 procent af danskernes energiforbrug til rumopvarmning.

Til gengæld viser det sig, at antallet af brændeovne i flere år har været overvurderet. Skorstensfejerlauget har tidligere regnet med, at der var cirka 600.000 brændeovne i Danmark, mens andre organisationer har nævnt tal på 800.000. Ifølge undersøgelsen fra Force Technology og Teknologisk Institut er det korrekte tal 525.000 brændeovne inklusive pejse og masseovne. Knap 90.000 brændeovne er opstillet i sommehuse, hvor de typisk er den primære varmekilde.

### Brændekedler

Ud over brændeovne, pejse og masseovne er der knap 48.000 brændekedler. I gennemsnit bruger hver kedel 25 rummeter brænde om året, mens brændeovnene kun bruger fire rummeter i gennemsnit. Det betyder at kedlerne tegner sig for lidt over en tredjedel af det samlede forbrug af brænde.

Ifølge Lars Nikolaisen fra Teknologisk Institut er det brændekedlerne, der er de store syndere, hvad angår forurening. Mange steder bliver gamle støbejernskedler, beregnet til koks, brugt til brænde, og det kan være til stor gene for naboerne. Derfor kommer den nye skrotningsordning, som Miljøstyrelsen påtænker at indføre efter årsskiftet formentlig kun til at omfatte brændekedler. TS

### Mangel på ingeniører

Akademiet for de Tekniske Videnskaber har kortlagt energisektorens udfordringer, og deres konklusion er, at mangel på højtuddannede medarbejdere er energisektorens akilleshæl. Energisektoren er hårdt ramt af manglen på ingeniører, og hvis ikke det vendes, vil stadig flere forsknings- og udviklingsopgaver gå til lande med bedre adgang til humane ressourcer, skriver Peter Assam og Claus Thomsen fra Akademiet for de Tekniske Videnskaber.

Kilde: [www.atv.dk](http://www.atv.dk)

### Rekord for ethanolproduktion

Den amerikanske ethanolproduktion slog en ny rekord i september med en daglig produktion på 53.000 kubikmeter. Alligevel var det ikke nok til at tilfredsstille efterspørgslen, der blev vurderet til 60.400 kubikmeter om dagen.

I USA er der i dag 109 ethanolfabrikker, og yderligere 53 fabrikker er under opførelse.

Kilde: *Lantbrukets Affärstidning*, den 5. december 2006

### Risø satser stort

Risø er på jagt efter ph.d'er og postdocs med speciale i vindkraft, biobrændstoffer og energisystemer. Forskningscentret søger 26 nye forskere til miljø- og energiområdet, skriver Ingeniøren.

– Sandheden er den, at energiforbruget stiger med 50 procent de næste 25 år, så vi skal se at komme i gang. Vi kan ikke sidde og trille tommelfingre, for det tager lang tid at ændre energisystemet, siger chef for afdelingen for systemanalyse på Risø Hans Larsen.

I alt søger Risø 33 nye forskere, hvoraf de 26 altså er inden for energiområdet, mens resten ansættes inden for sundhedsforskning.

Ifølge administrerende direktør Jørgen Kjems har Risø fået penge til at ansætte de unge forskere ved at spare ti millioner kroner på, hvad han kalder det teknisk-administrative område.



# Hvor langt kan vi køre på en hektar?

**Der er stor forskel på, hvor langt vi kan køre på en hektar med energiafgrøder. Afgrøder med et stort indhold af lignocellulose, som eksempelvis pil, der omsættes til metanol eller syntetisk diesel, giver den længste transportafstand.**

– Hvis vi i Danmark i større omfang skal dyrke afgrøder til energiproduktion, er det vigtigt, at vi finder de afgrøder og teknologier, der giver det bedste udbytte per hektar. Det siger seniorforsker Uffe Jørgensen fra Danmarks JordbrugsForskning. Han vil dække emnet på Plantekongres 2007, der afholdes 9. – 10. januar i Herning.

– Vi kan ikke erstatte hele det nuværende olieforbrug med egenproduceret biomasse, så det gælder om at udnytte de eksisterende muligheder så effektivt som muligt, siger Uffe Jørgensen.

Der er ingen omfattende danske analyser af hele kæden fra biomasseproduktion til køretøj, men på grundlag af det materiale, der er til rådighed, er det muligt at skyde sig ind på energioverskuddet hos visse planter og teknologier. Energioverskuddet er beregnet for forholdet mellem den mængde energi, der går til dyrkning og konvertering af afgrøderne til energiformål, og værdien af det færdige produkt.



foto: torben skott/biopress

*Pil er en af de mest miljøvenlige afgrøder, der findes, og det er samtidig en af de afgrøder, der giver det største energioverskud. Alligevel findes der kun cirka 1.000 hektar i Danmark med energipil.*

De danske analyser viser store forskelle i energioverskuddet afhængigt af planteart og behandlingsmetode. Lignende undersøgelser i transportbranchen peger i samme retning: At der er stor forskel på, hvor langt man kan "køre per hektar". Afgrøder med et stort indhold af lignocellulose, som eksempelvis pil, der er omsat til metanol eller syntetisk diesel, giver den længste transportafstand.

**Produktionen kan seksdobles**  
I Danmark udnyttes biomasse stort set alene til varme og kraftvarme, og det er næsten udelukkende restprodukter som træflis, halm og gylle, der

anvendes. Danske landmænd dyrker et betydeligt areal med raps til biodiesel, men det går udelukkende til eksport. Desuden dyrkes godt 1.000 hektar med flerårige energiafgrøder, først og fremmest pil.

Sidste år dækkede biomasse 11 procent af Danmarks totale energiforsyning. Affald udgør knap halvdelen af biomassen, men der er store muligheder for at udvide udnyttelsen af biomasse. En analyse udført på Danmarks JordbrugsForskning viser således, at det vil være muligt at seksdoble landbrugets biomasseleverancer uden at gå på kompromis med landbrugets primære rolle som fødevareproducent. *TS*

## Forsker: Ethanol kan blive en økonomisk katastrofe

**Produktion af bioethanol i Danmark vil nærme sig en økonomisk katastrofe.**

Så kort blev det udtrykt af Alex Dubgaard, forskningschef fra Fødevareøkonomisk Institut på en conference den 11. december arrangeret af Landhusholdningsselskabet, Center for Bioenergi og Miljøteknologisk Innovation samt Dansk Landbrugsrådgivning.

– I Brasilien kan man lave bioethanol fra sukkerrør billigere, end man kan pumpe olie op fra under-

grunden i Mellemosten, og det eneste, der holder ethanolen væk fra EU, er toldbarrierer, konkluderede han.

Den konklusion fik de andre deltagere på konferencen "Jordbrugets muligheder med bioenergi" op af stolene.

– Bioenergi i form af ethanol giver en dårlig driftsøkonomi på kort sigt, men på lidt længere sigt er det nærmest bombesikkert, at det bliver en god investering, sagde Uffe Jørgensen, seniorforsker fra Danmarks JordbrugsForskning.

Han fremhævede, at Danmarks rolle og gevinst fra bioenergien vil komme som producent af teknologi til de anlæg, der skal forarbejde biomassen.

– Men vi mangler at få opstillet sammenligninger af de forskellige bioenergytyper – ikke bare på økonomi, men også afledte effekter såsom miljøgevinster, mindsket udledning af drivhusgasser og beskæftigelse, fremhævede Uffe Jørgensen.

*Kilde: www.cbmi.dk*



foto: torben skott/biopress

## Kvælstofomsætning i biogasanlæg

I takt med at der bliver mangel på organisk industriaffald vil flere og flere biogasanlæg begynde at tilføre for eksempel energifgrøder eller separeret gylle. Dermed stiger gødningsværdien af den afgassede biomasse, men samtidig stiger risikoen for, at den biologiske proces bliver hæmmet eller i værste fald helt ødelagt.

Henrik B. Møller

Kvælstof i husdyrgødning består dels af uorganisk kvælstof, primært som ammonium, dels af organisk kvælstof i form af blandt andet proteiner.

Mængden af uorganisk og organisk kvælstof afhænger blandt andet af, hvilke husdyr der er tale om, hvilke gødningssystemer der anvendes, og om gødningen bliver behandlet i et biogasanlæg. Ved afgasning af husdyrgødning sker der nemlig en mineralisering, hvor organisk kvælstof omdannes til uorganisk kvælstof.

Det er i flere sammenhænge vigtigt at kunne fastslå, hvor store mængder organisk kvælstof der omdannes til ammonium i et biogasanlæg.

For det første vil den øgede mængde ammonium være et udtryk for, hvor meget gødningsværdien stiger ved, at husdyrgødning afgasses i et biogasanlæg.

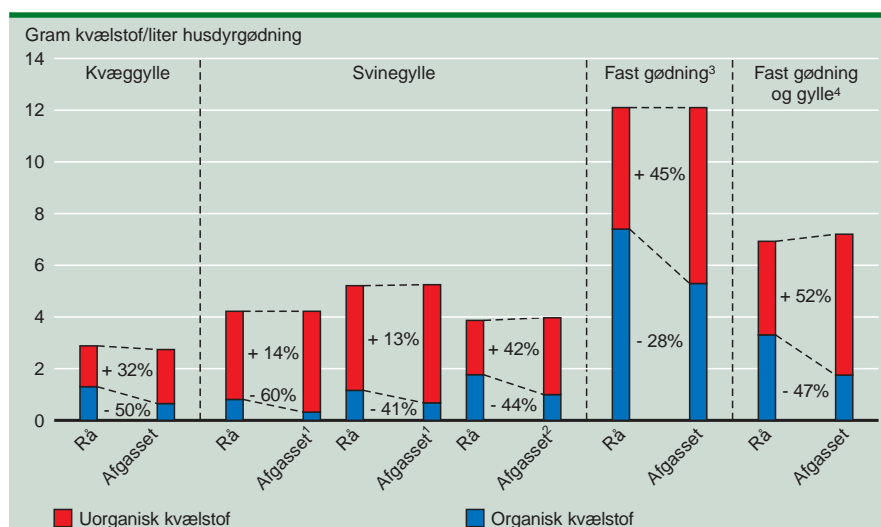
Ved udrådning af biomasse med et højt kvælstofindhold vil det normalt være nødvendigt med efterafgasning i overdækkede lagertanke.

For det andet er ammonium et af de væsentligste parametre, der har betydning for hæmning af den biologiske proces. Kan man fastlægge stigningen i ammoniumindholdet, kan man bedre vurdere, hvilken betydning tilførsel af proteinholdig biomasse vil få for processen. Det kan være en stor hjælp for de anlæg, der overvejer, om det vil være fornuftigt

at tilføre proteinholdig biomasse i form af for eksempel energifgrøder og separeret gylle.

### Nye undersøgelser

Ved Danmarks JordbrugsForskning er der for nylig gennemført en række forsøg, hvor forskellige typer gylle er blevet afgasset separat uden tilsætning af affald. Dermed har det været



Figur 1. S sammensætningen af kvælstof i forskellige typer biomasse før og efter afgasning i et biogasanlæg.

1. Termofil reaktor

2. Mesofil reaktor. Resultaterne stammer fra en international undersøgelse af Ianotti, E.L., Porter, J.H., Fischer, J.R. og Sievers D.M. 1979.

3. Fast gødning fra dekantercentrifuge.

4. 60 procent fast gødning fra Kemira separationsanlæg og 40 procent gylle.



muligt at følge, hvordan sammensætningen af kvælstof ændres, når gyllen udrådnes i et biogasanlæg.

Det fremgår af figur 1, at omsætningen af kvælstof i biogasanlægget er nogenlunde konstant for både kvægylle og svinegylle, men da svinegylle som udgangspunkt indeholder store mængder uorganisk stof, er den procentvise stigning i ammoniumindholdet begrænset.

For kvægylle forholder det sig omvendt. Her er udgangspunktet et forholdsvist højt indhold af organisk kvælstof, der omsættes til uorganisk stof, som planterne lettere kan optage. Behandling af kvægylle i et biogasanlæg giver således en markant større stigning i gødningsværdien, end hvis der er tale om svinegylle.

For begge typer gylle er der dog tale om en positiv effekt, og biogasanlæg kan således være med til at reducere udvaskningen af nitrat.

## Kvælstofhæmning

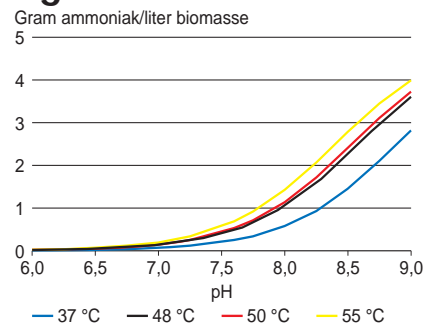
Et højt indhold af kvælstof i biomassen kan imidlertid være med til at hæmme den biologiske proces i et biogasanlæg.

Problemet er mest udtalt for biogasanlæg, hvor udrådningen foregår i

## Fakta om ammonium og ammoniak

Det er i princippet ikke det totale indhold af ammonium i biomassen, men andelen af fri ammoniak, der kan hæmme processen i et biogasanlæg. Den fri ammoniak er meget afhængig af temperatur og pH, og det er derfor muligt at undgå hæmning ved at anvende en lavere temperatur i biogasreaktoren.

Hæmning opstår typisk, når mængden af fri ammoniak overstiger 1 gram/liter biomasse. På figuren er der vist et eksempel, hvor det totale ammonium indhold er 5 gram/liter biomasse. I det tilfælde vil der opstå hæmning ved en temperatur på 55 °C,



Eksempler på hæmning af processen.

mens der ved en temperatur på 48 °C kun vil være begrænset hæmning. Ved mesofil drift (37 °C) vil hæmning helt kunne undgås.

det termofile temperaturområde. I de fleste tilfælde vil det medføre en større eller mindre reduktion i gasudbyttet, men i de mere ekstreme tilfælde vil det ligefrem kunne få processen til at bryde sammen.

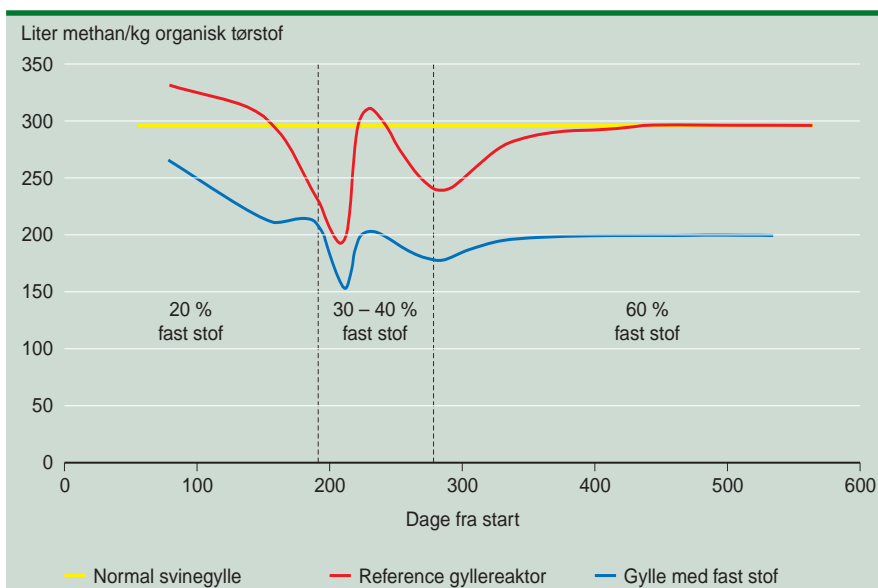
For biogasanlæg, der er vænnet til at modtage biomasse med et højt indhold af ammonium, ved vi fra tidligere undersøgelser, at et indhold på tre gram kvælstof/liter biomasse i de fleste tilfælde ikke giver nævnevæ-

dige problemer. Ved kvælstofmængder på over tre gram/liter vil man typisk kunne registrere en nedgang i gasproduktionen på ti procent, hver gang indholdet af kvælstof stiger med et gram/liter biomasse. I de fleste tilfælde vil det dog være muligt at kompensere for nedgangen i gasudbyttet ved at efterudrådne biomassen i overdækkede lagertanke.

I figur 2 er vist et typisk eksempel på, hvordan gasproduktionen fra en biogasreaktor reduceres ved et stigende indhold af kvælstof i biomassen. Udbyttet ligger 25-30 procent under niveauet for normal gylle på tørstofbasis, men en del af nedgangen kan formentlig skyldes et lavere gaspotentiale i den faste biomasse. Hvis gaspotentialet i biomasse med et højt ammoniumindhold skal udnyttes fuldt ud, er det derfor vigtigt, at reaktoren arbejder i det mesofile temperaturområde eller er udstyret med overdækkende lagertanke til efterafgasning.

*Undersøgelsen af en del af EFP-projektet "Præcisionsstyring af biogasanlæg".*

*Henrik B. Møller er centerforsker og ansat ved Danmarks JordbrugsForskning på Afdeling for Jordbrugsteknik og deltager i Videncenter for Husdyrgødning og Biomasseteknologi, henrikb.moller@agrsci.dk.*



Figur 2. Eksempel på hvordan gasproduktionen fra en termofil biogasreaktor falder i takt med et stigende indhold af kvælstof i biomassen. Ved den maksimale tildeling af fast stof var ammonium-indholdet oppe på 5,2 gram/liter biomasse i reaktoren med fast stof (blå kurve), mens indholdet var på 3,6 gram/liter i referencereaktoren med ren svinegylle.

**FIB** – Forskning i Bioenergi udgives med støtte fra Energiforskningsprogrammet, der administreres af Energistyrelsen. Nyhedsbrevet, der er gratis, udkommer seks gange om året i en dansk og en engelsk udgave. Begge udgaver kan downloades fra Internettet på adressen [www.biopress.dk](http://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](mailto: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](mailto:biopress@biopress.dk)  
Hjemmeside: [www.biopress.dk](http://www.biopress.dk)

**Forsidefoto:**

Institut for Miljø & Ressourcer,  
Torben Skøtt og MaxiFuels.

**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 februar 2007. Deadline for redaktionelt stof er den 15. januar 2007.

## Biodiesel fra fedtsugninger



foto: scanpix/atfp

### Den norske virksomhed Venøy & Co vil producere biodiesel på basis af menneskefedt fra en amerikansk sygehuskoncern.

Der er ikke noget, der er så skidt, at det ikke er godt for noget. Her gik vi alle og troede, at fedme-epidemien kun har negative sider, men det er faktisk ikke tilfældet.

Nordmanden Lauri Venøy har nemlig fundet ud af, at det overflødige fedt – som ikke mindst amerikanere slæber rundt på – kan bruges til noget fornuftigt. Fedt fra mennesker kan relativt enkelt omdannes til biodiesel og kan således dække en del af det stadigt voksende energiforbrug i transportsektoren. Det skriver den norske avis Dagens Næringsliv.

Ifølge bladet er nordmandens virksomhed Venøy & Co ved at forhandle en kontrakt på plads med den amerikanske sygehusgigant Jackson Memorial om at aftage fedt fra de talrige fedtsugninger, sygehuskoncernen hver dag foretager på overvægtige amerikanere. Kontrakten indebærer, at Venøy & Co hver uge kan få leveret 11.500 liter menneskefedt,

som kan forarbejdes til 10.000 liter biodiesel.

Nordmanden betragter menneskefedt som en vedvarende energiresource, og han overvejer om man ikke skulle opfordre folk til at spise lidt mere fedt, så vi kan få dækket en større del af vores energiforbrug.

I Norge producerer man næsten udelukkende biodiesel på basis af fiskeolie og friturefedt. Det med at bruge menneskefedt er ikke aktuelt i Norge – de står for meget på ski – så fedtet når ikke rigtigt at sætte sig.

Man regner med, at cirka 60 procent af alle amerikanerne er overvægtige og cirka 30 procent betegnes som svært overvægtige ifølge en ny undersøgelse fra universitetet i Harvard. Tidligere har man regnet med, at det kun var cirka 20 procent, der var svært overvægtige, men de tal er baseret på telefoninterviews, og dem giver forskerne på universitetet i Harvard ikke meget for. Kvinderne har nemlig en tendens til at trække et par kilo fra, når de skal udtale sig om deres vægt, og mændene har en tendens til at lyve sig højere, end de virkeligheden er. TS