

# Biogas

– en gammelkendt teknologi i front i klimakampen

Foto: Flemming Nielsen, Sory2Media



*Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultets  
biogasanlæg ved Foulum.*

*Ud fra en klimavinkel er biogasbehandling af gylle og restprodukter måske den bioenergi-teknologi, som er mest interessant. Teknologien kan spare atmosfæren for store mængder drivhusgasser og på samme tid sikre en effektiv udnyttelse af næringsstofferne.*

Uffe Jørgensen, Henrik B. Møller  
og Søren O. Petersen

■ Biogas produceres, når organisk materiale (biomasse) rådner under iltfrie forhold. I denne proces dannes en gas, der overvejende består af methan,  $\text{CH}_4$  (65 %) og kuldioxid,  $\text{CO}_2$  (35 %). Biogas har været kendt langt tilbage i historien. Allerede 1000 år før vor tidsregning er der historiske fortællinger om, at biogas blev anvendt til opvarmning af badevand i Assyrien, og der er beviser for, at der allerede for 2-3000 år siden blev produceret og anvendt biogas i Kina. I dag bruger ca. 22

mio. husholdninger i kinesiske landsbyer biogas til madlavning. De første egentlige biogasanlæg blev bygget i Bombay i Indien i 1859. Den engelske by Exeter begyndte i 1895 at anvende biogas til gadebelysning.

I Danmark er der produceret biogas i næsten 30 år. Det er dels sket på gårdbiogasanlæg, som ejes af en enkelt landmand, og dels på fællesanlæg, som enten er kommunalt ejede eller ejes af flere landmænd. De første gårdbiogasanlæg blev etableret efter energikrisen i 70'erne,

men havde begrænset succes pga. ringe erfaring og en dårlig teknisk standard. Fra slutningen af 80'erne og op igennem 90'erne blev der bygget et stort antal anlæg, som havde større succes, men udbygningen har i de seneste år været stagnerende primært pga. dårlig driftsøkonomi. Med det seneste energiforlig i 2008 har man givet biogassen en hånds-rækning i form af en forbedret elafregning, og den erklærede målsætning er at tredoble energiproduktionen fra biogas inden 2025.

## Under 5 % udnyttelse

I Danmark anvendes biogas helt overvejende til produktion af el og varme. Fra biogasanlæggene sendes biogassen til kraft-varmeverker, hvorfra den bruges til fjernvarmeproduktion eller til at drive en generator, som laver strøm. Den afgassede biomasse kan anvendes som gødning på landbrugsarealer. I Sverige og Tyskland anvendes biogas også som brændstof i biler og busser. Der findes omkring 40 strategisk placerede gas-tankstationer i Sverige.

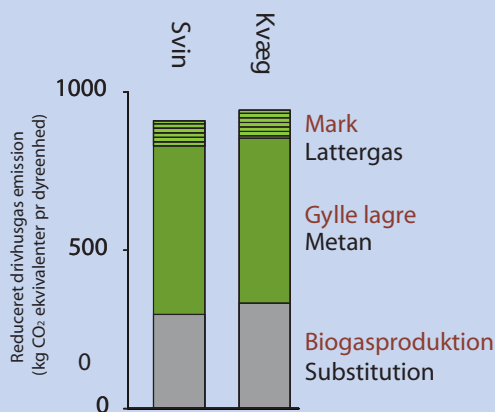
# Fordele & ulemper ved biogasproduktion

## Fordele

- Kan udnytte energi i biomasse, som ellers er vanskelig at udnytte (f.eks. med højt vandindhold)
- Næringsstoffer i afgasset gødning kan udnyttes bedre
- Meget stor fortrængning af drivhusgasser
- Reduceret risiko for spredning af smitte og ukrudtsfrø (specielt fra termofile anlæg)
- Reduceret gyllelugt ved udbringning

## Ulemper

- Ikke fuld udnyttelse af det organiske stof til energi
- Relativt store transportomkostninger ved produktion af biogas på store fællesanlæg
- Lugt omkring anlæggene har hidtil været et problem, men med dagens teknologi kan lugten stort set elimineres.



Den samlede drivhusgasfortrængning fra biogas opgjort som effekten af energiproduktion (substitution af fossil energi), reduceret metan fra lagre samt reduceret lattergas i marken efter udbringning.

## Mulig energimængde fra landbruget

Landbruget kan levere ca. 127 PJ bioenergi, hvis alle muligheder udnyttes. I år 2007 leverede landbruget ca. 24 PJ (3 %) af Danmarks energiforbrug på i alt 863 PJ, og det kan altså øges 5 gange. Petajoule (PJ) er en million milliarder (10<sup>15</sup>) joule

75 % af husdyrgødning afsat på stald omsættes til biogas	22 PJ
80 % af organisk industriaffald udnyttes til biogas	2 PJ
Gyllens fiberfraktion frasepareres efter bioforgasning og afbrændes	3 PJ
75 % af græsareal på lavbund udnyttes til biogas	4 PJ
80 % af kornhalm (foder og strøelse fratrukket)	28 PJ
80 % af rapshalm (foder og strøelse fratrukket)	6 PJ
100 % af animalsk fedt fra slagteriaff. & døde dyr bruges til biodiesel	3 PJ
100 % af rapsolie udnyttes til energi	7 PJ
25 % af brakareal dyrkes med energiafgrøder	9 PJ
15 % af kornareal lægges om til energiafgrøder	43 PJ
<b>Total</b>	<b>127 PJ</b>

Det er i dag under 5 % af husdyrgødningen i Danmark, der udnyttes til biogas. Med en større udnyttelse, kunne energien i husdyrgødning give et stort bidrag til landets energiforsyning (se boks). I øvrigt omsætter anlæggene i dag kun ca. 50 % af gyllens organiske stof til energi, så der er potentielle for endnu større energiproduktion, hvis biogasprocessen kan gøres mere effektiv.

## Energiudbyttet kan øges

I danske biogasanlæg består mere end 75 % af biomassen af husdyrgødning. Indholdet af tørstof i gyllen er dog lavt, og omsætteligheden af det organiske stof er ringe (det er jo blevet udnyttet én gang af dyrene). Af hensyn til økonomien tilsætter de fleste biogasanlæg derfor energiholdige affaldsprodukter til gyllen for at øge energiproduktionen pr. reaktorvolumen. Det samlede energipotiale i husdyrgødning er dog højt, og der kan opnås en væsentlig reduktion af landbrugets drivhusgasudledning ved biogasbehandlingen. Derfor bør en fremtidig udbygning med biogasanlæg alt overvejende baseres på husdyrgødning. Hvis en sådan udbygning skal være konkurrencedygtig, er der behov for at øge såvel tørstofindholdet som nedbrydeligheden af det organiske tørstof i gylle.

Tørstofindholdet i gylle kan øges ved simple foranstaltninger som vandbesparelser eller "kildeseparering" i stalden, hvor ajle og gødning separeres umiddelbart efter udskillelse fra dyret. Alternativt kan man gennemføre en separering, eventuelt med anvendelse af polymerer eller centrifugering. Separering anvendes allerede på en del gårde i dag. Den fraseparerede fiberfraktion kan eksporteres, f.eks. til et centralt biogasfællesanlæg, mens den langt større vandige fraktion, som indeholder det meste af kvælstoffet i gyllen, kan blive på gården og blive anvendt som gødning.

Alternativer eller supplement til gylle og affald som energikilder kunne være planter fra dyrkede arealer, enge eller

naturarealer, der høstes med henblik på produktion af energi, men som også vil kunne benyttes som gødningsmiddel eller eventuelt foder efter afgang i biogasanlægget.

## En milepæl for biogas i Danmark

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) ved Aarhus Universitet indviede i 2007 et af verdens største demonstrations- og forskningsanlæg for biogas og gylleseparatoring i Foulum ved Viborg.

Det nye anlæg er en milepæl for udviklingen af biogasteknologier i Danmark. Det er tale om et fuldskala-anlæg, som giver forskere og anlægsproducenter en unik mulighed for at teste nye metoder og teknologier til biogasproduktion og gyllebehandling på et veldokumenteret videnskabeligt grundlag.

Samlet set skal demonstrationsanlægget behandle omkring 20.000 tons husdyrgødning og ca. 4.000 tons anden biomasse om året fra stalde og marker på Foulum. Driftsanlægget svarer til et almindeligt gårdbiogasanlæg. Foulums demonstrationsanlæg kan producere ca. 850.000 kubikmeter metan om året. Energien herfra svarer til 800 enfamiliehouses elforbrug og 200 huses behov for opvarmning.

Det mest spændende er dog det tilkoblede, fleksible forskningsanlæg. To store forsøgsreaktorer på 30 kubikmeter og to mindre på 10 kubikmeter er kernen heri. Disse reaktorer kan tilsluttes serielt eller parallelt, alt efter opgavetype, og er udstyret med instrumenter, således at biogasprocessens forløb kan monitoreres løbende. Med fire tilhørende fortanke samt doseringssystem for tilførsel af faste produkter som foderrester, dybstrøelse, vandløbsgrøde eller andet kan tilførsler til anlægget styres meget præcist.

## Biogas og drivhusgasbalance

Biogasproduktion fra gylle og anden biomasse fortrænger fossilt brændstof, hvilket forbedrer landbrugets drivhusgasbalance.



Men biogasteknologien er ikke bare drivhusgas-reducerende, den er drivhusgas-negativ! Populært sagt betyder det, at jo mere biogas fra husdyrgødning man bruger, jo bedre er det for klimaet. Der er flere årsager til dette.

En årsag er, at der efter udnyttelsen af gylle til biogas ledes mindre methan ud i atmosfæren under den efterfølgende oplagring. Da methan er en stærk drivhusgas (godt 20 gange stærkere end CO<sub>2</sub>, set i et 100-årigt perspektiv), giver det en stor effekt på biogasteknikkens drivhusgasbalance. Den reducerede methanudledning fra gyllelagre betyder omtrent lige så meget som fortrængningen af fossile brændsler ved udnyttelse af biogassen.

Desuden ser det ud til, at afgangningen af gylle reducerer den efterfølgende dannelse af den kraftige drivhusgas lattergas (N<sub>2</sub>O), når gyllen udbringes som gødning på marken. I biogasprocessen omdanner bakterier nedbrydeligt organisk stof til methan og CO<sub>2</sub>. Afhængig af processens effektivitet vil det stabilisere den afgassede gylle i den forstand, at der er mindre organisk stof, som skal nedbrydes i jorden efter udbringning. Det er vigtigt for planternes kvælstofforsyning, men påvirker også risikoen for udledning af lattergas. Drivhuseffekten af lattergas er omkring 300 gange kraftigere end effekten af CO<sub>2</sub>.

I forhold til kvælstofomsætning ser der ud til at være et stort potentiale i at afhøste grøngødning til biogasbehandling sammen med gylle. Dels undgår man nedbrydningen i den våde jord i vinterhalvåret med stor risiko for N<sub>2</sub>O-udledning, og dels kan man flytte kvælstof og andre næringsstoffer fra grøngødningen til andre afgrøder, og den kan tilføres på et tidspunkt, hvor potentialet for planteoptagelse er større og risikoen for N<sub>2</sub>O-dannelse er mindre. Denne anvendelse af grøngødning er særlig interessant for økologiske landbrug, som ikke kan importere kvælstof i handelsgødning. Biogasbe-



Foto: Flemming Nielsen, Story2Media

Biogasreaktoren.

## Biogasanlægget ved Foulum

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultets biogasanlæg ved Foulum omfatter en 600 kubikmeter fortank til gylle, to 50 kubikmeter substrattanke (med fedtholdige produkter) og en modtagemikser for energiafgrøder og foderrester. Selve biogasreaktoren er på 1.200 kubikmeter. Anlægget består endvidere af en biogasrenser, en biogaskompressor samt en biogastransmissionsledning fra anlægget til DJF's eksisterende kraftvarmeanlæg, hvor biogassen erstatter det hidtidige forbrug af naturgas.

De første forsøg i det nye forsøgsanlæg kredser primært om forskellige forbehandlingsmetoder, online-målinger af udvalgte stoffer i biogasreaktoren, om seriedrift af reaktorer, og om anvendelse af alternativ biomasse primært i form af dyrkede afgrøder, græs fra naturarealer, alger mm. Et lovende forskningsområde er online-overvågning af biogasprocessen. Hvis man kan opdage uønskede stoffer i tide, mens processerne finder sted, kan man langt bedre styre biogasprocessen og sikre et stabilt højt gasudbytte.

handling repræsenterer således en mulighed for at kombinere energiproduktion med en forbedret næringsstofforsyning.

### Miljøgevinst kan gøre biogas rentabelt

De ambitiøse mål for nedbringer af drivhusgasudledningen inden 2020 gør det nødvendigt at stille krav til alle sektorer, herunder landbruget, om at begrænse udledningerne.

Biogasanlæg kan bidrage til en bæredygtig landbrugsproduktion hvad angår drivhusgasbalancen, men driftsøkonomien har i mange år hæmmet udbygningen med biogasanlæg i Danmark. En forbedret prissætning af den miljømæssige gevinst i form af drivhusgasreduktioner ville muligvis øge interessen for biogasproduktion i tilknytning til husdyrproduktionen i Danmark. ■

### Om forfatterne:



Uffe Jørgensen er seniorforsker  
Tlf.: 8999 1762  
E-mail:  
Uffe.Jorgensen@agrsci.dk



Henrik B. Møller er seniorforsker, Tlf.: 8999 3043  
E-mail:  
henrikb.moller@agrsci.dk



Søren O. Petersen er seniorforsker, Tlf.: 8999 1723  
E-mail: Soren.O.Petersen@agrsci.dk

Alle er ved Det jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.  
www.agrsci.dk

### Videre læsning:

Jørgensen, P. J., 2008. *Biogas – grøn energi. Rapport fra "Forsker for en dag"*.  
www.forskerforendag.dk

Jørgensen, U., Sørensen, P., Adamsen, A. P. & Kristensen, I. T., 2008. *Energi fra biomasse – ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv. DJF Rapport Markbrug nr. 134*. <http://web.agrsci.dk/djffpublikation/djffpdf/djffma134.pdf>

Olesen, J.E. (red.), 2005. *Drivhusgasser fra jordbruget - reduktionsmuligheder. DJF rapport Markbrug nr. 113*. <http://web.agrsci.dk/djffpublikation/djffpdf/djffma113.pdf>