

## Varmere klima giver mere bioenergi

Danske landmænd kan udnytte det milde klima til at fordoble udbyttet af biomasse. Det kan ske ved at vælge andre afgrøder, udnytte hele vækstsæsonen og føre stabilt kulstof tilbage til jorden.

*Af journalist Torben Skøtt*

– Danmark er placeret i lidt af et smørhul, når vi taler om klimaet. Mens landene i det sydlige Europa vil blive ramt af faldende udbytter og områder, der bliver omdannet til ørken, kan vi se frem til et langt mere effektivt landbrug og dermed en større produktion af bioenergi. Det fortæller seniorforsker Uffe Jørgensen fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet på Århus Universitet. Han mener, at landmændene allerede i dag kan fordoble produktionen af biomasse ved at satse på afgrøder med et højt udbytte, udnytte hele vækstsæsonen og tilføre jorden koncentreret kulstof.

Ifølge Uffe Jørgensen giver en mark med hvede et gennemsnitligt udbytte på cirka 9 tons tørstof/hektar, hvis man både medregner kerner og halm. En afgrøde som majs har et udbytte på omkring 12 tons tørstof/hektar, så blot ved at skifte afgrøde, kan man øge udbyttet med lidt over 30 procent.

Næste trin går ud på at udnytte hele vækstsæsonen ved at kombinere majs med for eksempel vinterrug, der giver cirka 5 tons tørstof/hektar. Derved når man op på et samlet udbytte på omkring 17 tons tørstof/hektar eller næsten dobbelt så meget, som en traditionel hvedemark kan præstere. I praksis vil udbyttet dog nok være lidt lavere, da tallene er baseret på forsøg ved Forskningscenter Foulum.

### Effektiv fotosyntese

En af de store fordele ved at dyrke majs er, at der er tale om en såkaldt C4-plante, hvor fotosyntesen er 30 procent mere effektiv end hos de mere almindelige C3-planter som korn. Af andre C4-planter kan nævnes elefantgræs og sukkerrør, der er grund-



foto: biopress

laget for en stor del af verdens produktion af bioethanol

– Tidligere kunne det ikke lade sig gøre at dyrke C4-planter i Danmark, men nye sorter og det varmere klima har gjort, at vi nu kan dyrke både majs og elefantgræs i hele landet forklarer Uffe Jørgensen. Han er overbevist om, at C4-planterne vil vinde langt større udbredelse i årene fremover og peger på undersøgelser, der indikerer, at udbyttet af for eksempel elefantgræs i Danmark vil blive tredoblet fra 1990 til 2050. Elefantgræs er en flerårig afgrøde, så her er det ikke nødvendigt at supplere med vinterafgrøder, som tilfældet er med majs. Derudover er elefantgræs en meget miljøvenlig afgrøde, hvor kravene til jordbearbejdning er begrænsede, lige-

### Sådan fordobler man produktionen af bioenergi:

1. Brug C4-afgrøder som majs og elefantgræs, der har en 30 procent mere effektiv fotosyntese end C3-planter som korn og raps.
2. Udnyt hele vækstsæsonen ved for eksempel at kombinere majs med vinterrug.
3. Fø kulstof tilbage til jorden i stabiliseret form. Det giver et plus i klimaregnskabet og en mere frugtbar jord.

*Fotosyntesen er 30 procent mere effektiv ved C4-planter som elefantgræs end hos de mere almindelige C3-planter som korn.*

som udvaskningen af næringsstoffer er mindre end for etårige afgrøder.

### Kulstoffet skal tilbage til jorden

Men øgede mængder biomasse gør det ikke alene. Hvis en øget produktion af biomasse betyder, at vi reducerer jordens kulstofpulje, giver det et minus i klimaregnskabet, ligesom det omvendt giver et plus, når vi øger jordens indhold af kulstof.

– Hvis landmanden vælger at fjerne hele afgrøden, vil jordens kulstofpulje blive reduceret over en årrække, og det er ikke kun et problem for klimaregnskabet. Det vil også betyde, at jorden får sværere ved holde på vand og næringsstoffer, og derfor er der allerede i dag landmænd, som vælger at nedmulde halmen i stedet for at sælge den til energiformål, forklarer Uffe Jørgensen. Han mener dog, at der findes en bedre løsning på problemet, end at pløje halmen ned i jorden:

– Når halmen bliver på marken, er det kun en begrænset del af kulstoffet, der bliver tilbageholdt i jorden. Langt hovedparten bliver omsat til CO<sub>2</sub>, og vil på den måde være med til at øge drivhuseffekten. Vælger vi i stedet at tilføre jorden stabilt kulstof, kan vi opnå det modsatte. Nu er det hovedparten, der bliver i jorden og kun en mindre del, der forsvinder op gennem atmosfæren, forklarer Uffe Jørgensen.

Ideen med at tilføre jorden kulstof er blandt andet blevet afprøvet hos Aarstiderne, der leverer økologisk frugt og grøntsager til 40.000 familier i Danmark. Her fik man for lidt over et halv år siden installeret et forgasningsanlæg, der kan omdanne forskellige former for biomasse til gas og kul. Gassen bliver udnyttet til produktion af el og varme, mens kulstoffet spredes ud på markerne, så man får en mere frugtbar jord og et plus i klimaregnskabet. ■

**Biogasanlæg:****Markant større gasproduktion med hydrolyse**

Gasproduktionen fra mange biogasanlæg vil kunne øges markant ved at etablere en ekstra tank til hydrolyse. Metoden er simpel og vil desuden betyde bedre hygiejnisering og mulighed for at bruge halm i biogasanlæg.

*Af Torben Skott*

Det har længe været kendt, at gasproduktionen fra et biogasanlæg kan øges ved at koble to reaktorer i serie, men hvorfor ikke gå et skridt videre og indføre endnu et trin i processen.

Det er filosofien bag et projekt, som virksomheden Westcome Renewable står bag. Det ekstra trin kaldes for selektiv hydrolyse og placeres mellem to traditionelle reaktortanke. Her bliver biomassen opvarmet til 75 – 80 grader, og det vil i mange tilfælde kunne øge gasproduktionen markant.

– Hydrolyse betyder vandspaltning, hvor der sker en række kemiske reaktioner. Vi kender ikke processen i

detaljer, men vi ved, at blandt andet cellulose, hemicellulose og ligning bliver nedbrudt. Dermed bliver en større overflade tilgængeligt for de bakterier, der producerer metan, og det giver en højere gasproduktion, forklarer biolog og direktør i Westcome Renewable, Niels Østergaard.

Ved processen bliver der samtidig frigivet ammoniak, som stammer fra nedbrydning af proteiner. Det kan ligeledes have en positiv indflydelse på gasproduktionen, men på de fleste anlæg vil virkningen formentlig være begrænset.

**15 – 60 procent mere gas**

Hvor meget gasproduktionen kan øges afhænger i høj grad af biomassens sammensætning, men ifølge Niels Østergaard vil et fællesanlæg typisk kunne opnå en merproduktion på 20 – 25 procent (se tabel 1).

– Vi har testet systemet på Overgård Gods, og her var vi i stand til at udnytte cirka 75 procent af gaspotentialet. Det ligger et pænt stykke over de fleste fællesanlæg, hvor det nor-

malt kun er halvdelen af potentialet, der bliver udnyttet, forklarer Niels Østergaard.

Ud over forsøgene på Overgård Gods har Westcome Renewable udført en række laboratorieforsøg i samarbejde med Risø DTU. Her viser resultaterne, at visse typer biomasse som halm og biologisk slam kan give et merudbytte på 40 – 60 procent, mens for eksempel primærslam fra rensningsanlæg kun giver 15 procent ekstra gas. Det ekstra udbytte består dels af en højere gasproduktion, dels af et lidt højere metanindhold i gassen.

Forsøgene på Overgård Gods udføres af parterne for egen regning og løber frem til efteråret, hvor der vil blive udarbejdet en afsluttende rapport.

**Kom halm i biogasanlægget**

Men hydrolyse giver ikke kun mulighed for at øge gasproduktionen. Det giver også mulighed for at tilføre nye former for biomasse som for eksempel halm.

– Vores forsøg har vist, at vi kan afgasse halm på 6 – 7 dage, fortæller



*Forsøg på Overgård Gods har vist, at produktionen af biogas kan øges med 20 – 25 procent. Forsøgene, der bliver afsluttet i løbet af efteråret, er støttet af Fødevaredirektoratet.*

holdstid på 12 timer – altså langt bedre end de krav, der stilles i den såkaldte Biproduktforordning fra EU.

– En hydrolysetank kan sammenlignes med en stor hygiejniserings-tank, men processen virker på mange måder mere stabil. Vi har således ikke haft problemer med skumning – formentlig fordi biomassen er delvist udrådnat, når den passerer hydrolysetanken, siger Niels Østergaard.

For at reducere varmebehovet til hydrolysen har Westcome Renewable udviklet en effektiv, patentanmeldt varmeveksler i rustfrit stål. Region Midtjylland har givet støtte til optimering af veksleren og til udarbejdelse af et dimensioneringsprogram.

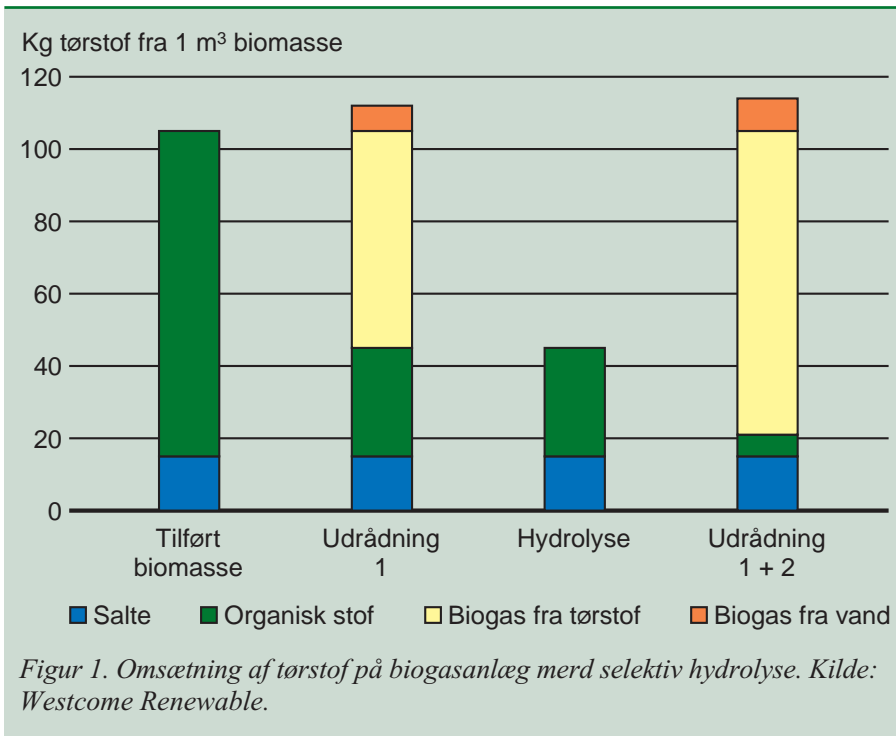
### Rensningsanlæg

Når et biogasanlæg producerer mere gas, bliver en større del af det organiske materiale omsat. Der vil således være mindre mængder tørstof i den afgassede biomasse, og det har ikke mindst betydning for de cirka 70 rensningsanlæg i Danmark, der har biogasanlæg.

– Et rensningsanlæg betaler typisk omkring 500 kroner for at komme af med et ton slam, og de vil i mange tilfælde kunne reducere mængden af slam med 15 – 20 procent ved at bruge hydrolyse, forklarer Preben Jensen. Han vurderer, at omkring halvdelen af rensningsanlæggene allerede har tankkapacitet til at indføre et ekstra trin til hydrolyse, så etableringsomkostningerne vil være begrænsede.

Westcome Renewable har for nylig afsluttet et PSO-projekt for Energinet.dk, hvor konsekvenserne ved at indføre hydrolyse på Esbjerg Rensningsanlæg er blevet analyseret. Næste fase bliver opførelse af et pilotanlæg, der ligeledes har fået støtte fra Energinet.dk. ■

*Tabel 1. Merproduktionen ved anvendelse af selektiv hydrolyse for forskellige typer biomasse.*



Preben Jensen, der er direktør i Westcome Renewable.

– Halm kan give et udbytte på 500 – 700 m<sup>3</sup> biogas/ton, og vi bevarer gødningsværdien, som repræsenterer en værdi på omkring 150 kroner/ton, siger direktøren. Han vurderer, at landmændene vil kunne få en merpris på 25 øre/kg ved at levere halm til et biogasanlæg i stedet for til et fjernvarmeværk.

Systemet med at bruge halm i biogasanlæg kan især være interessant for økologiske landmænd, der ofte har problemer med at skaffe tilstrækkeligt med gødning. Ganske vist indeholder et ton halm kun 3,5 kg kvælstof, men det kan være med til at bevare jordens kulstofpulje og dermed sikre en mere frugtbar jord.

Westcome Renewable har for nylig udviklet et nyt system, der gør det muligt at føde halm direkte ind i en reaktortank uden at der kommer luft

med ind i tanken. Alternativt kan halmen blandes op med gylle og pumpes ind i systemet, men erfaringer viser, at halm slider uforholdsmæssigt meget på pumper og ventiler, så på sigt kan det blive en dyr løsning.

### Effektiv varmeveksler

Det kræver naturligvis en vis mængde energi at opretholde en temperatur i hydrolysetanken på 75 – 80 grader, men ifølge Niels Østergaard er forbruget begrænset, når man sammenligner med et fællesanlæg, hvor der alligevel skal være en eller anden form for hygiejniserings.

I dag stiller EU nemlig krav om, at biomassen hygiejniseres ved en temperatur på 70 grader i minimum en time. Alternativt kan temperaturen sænkes til 52 grader, men så skal opholdstiden til gengæld forlænges. Ved hydrolyse er temperaturen oppe på 75 – 80 grader, og her er der en op-

	Effekt	Udført af
Blandet svinegylle, slam, ensilage, fedt, mave-tarm indhold m.v.	> + 20 %	Overgaard Gods
Primærslam	+ 10 – 20 %	Risø DTU
Biologisk slam	+ 40 – 60 %	Risø DTU
Halm	+ 50 %	Risø DTU

# Grisene har det godt – og afgrøderne klarer sig

**Frilandsgrise i energiafgrøder stortrives, og afgrøderne ser ud til at kunne klare den lidt hårdhændede behandling.**

I sidste nyhedsbrev fortalte vi om et projekt ved Forskningscenter Foulum, der skal klarlægge, om det kan lade sig gøre at holde frilandsgrise på arealer med flerårige energiafgrøder som pil, poppel og elefantgræs.

Foreløbig tyder alt på, at såvel grise som afgrøder har det godt. Ifølge det seneste nyhedsbrev fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet har området med energipil og elefantgræs givet masser af stimulation til grisene, der har brugt en del tid på at rode i jorden. Resultatet har været stort set ukrudtsfrie parceller med afgrøder, der er kommet nogenlunde helskindet gennem forløbet.

Det er gået bedst med energipil. Grisene har gnasket lidt på rødderne, bladene og de nye skud, og der har også været nogle barkskader, men ikke nok til at skade planterne alvorligt.

Til gengæld er det gået lidt hårdere ud over elefantgræsset, hvor grisene



foto: biopress

*Grisenes trang til at rode i jorden kan være hårdt for de nye skud, men så snart afgrøden er veletableret skal den nok klare sig.*

har ædt de nye skud. Det gælder altså om at holde grisene væk fra græsset efter høst, når der kommer nye, sarte skud.

– Forsøget er gået overraskende godt. Vi frygtede det værste – at de vil vælte planterne og grave rødderne op, men det er ikke sket, siger senior-

forsker Uffe Jørgensen fra Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø.

Forsøget bliver gentaget sidst på sommeren og igen næste år hos private økologiske landmænd i større skala og med diegivende søer.

Grisene kan ses på [www.youtube.com](http://www.youtube.com). Søg efter frilandsgrise djf. ■

## Vend bålet på hovedet

**Udslippet af skadelige stoffer kan reduceres med 50 – 80 procent ved at tænde ild i toppen af brændslet.**

Folk med masseovne har vist det længe: Man får en bedre og mere ren forbrænding ved at tænde ild i toppen end i bunden af en stak brænde, og næsten alle ovnsættere anbefaler deres kunder at følge den procedure.

Metoden har aldrig rigtig slået an hos folk, der har almindelige brændeovne – måske fordi det er lidt vanskeligere at få ild toppen af brænds-

let, når der er tale om en kold jernovn. En masseovn bliver sjældent helt kold. Der vil næsten altid være lunt i brændkammeret, når der skal tændes op, så det er ikke svært at få ilden til at fænge.

En række forsøg, udført af Verenum i Schweiz, viser imidlertid, at der er god grund til at følge ovnsætternes råd. I følge målinger fra såvel laboratorium som hos almindelige forbrugere, bliver udslippet af skadelige partikler under opstart reduceret med 50 – 80 procent, når man tænder ild i toppen af brændslet.

Når forskerne kan registrere en så markant reduktion af de skadelige stoffer, hænger det sammen med, at en meget væsentlig del af brændværdien i træ består af forskellige gasarter, der først antændes ved en høj temperatur. Tænder man ild i bunden, bliver flammerne kølet af det træ, der ligger oven på, men tænder man ild i toppen, kan der lettere tilføres rigelige mængder ilt, som hurtigt får temperaturen til at stige.

Kilde: [www.verenum.ch/Publikationen/Biomass-Conf9.5.pdf](http://www.verenum.ch/Publikationen/Biomass-Conf9.5.pdf). ■



foto: heikki hyttiäinen



foto: heikki hyttiäinen



foto: heikki hyttiäinen

*Tænder man ild i toppen af en stak brænde reduceres udslippet af skadelige stoffer under opstart med 50 – 80 procent.*