

## Forgasning og fremstilling af halmkoks

Ahrenfeldt, Jesper; Thomsen, Tobias Pape; Müller-Stöver, Dorette Sophie; Hauggaard-Nielsen, Henrik

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Ahrenfeldt, J., Thomsen, T. P., Müller-Stöver, D. S., & Hauggaard-Nielsen, H. (2015). *Forgasning og fremstilling af halmkoks*. Abstract fra Plantekongres 2015, Danmark.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact [rucforsk@ruc.dk](mailto:rucforsk@ruc.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Forgasning og fremstilling af halmkoks

Lav-temperatur termisk forgasning muliggør effektiv og bæredygtig kraftvarmeproduktion på basis af halm og andre restfraktioner fra det danske landbrug. Samtidig produceres en koksfraktion med høj gødningsværdi og gode jordforbedringsegenskaber.



Seniorforsker Jesper Ahrenfeldt, ph.d.-studerende Tobias Pape Thomsen, post doc Dorette Sophie Müller-Stöver & professor Henrik Hauggaard-Nielsen  
DTU Kemiteknik  
jeah@kt.dtu.dk

## Lav-temperatur fluid bed forgasning

Bæredygtig energiproduktion er en fundamental forudsætning for vores højteknologiske samfund, og bioenergi er et vigtigt bidrag hertil. I en tid med stigende efterspørgsel på både fødevarer og biomasse til energiformål bør alle potentielle brændsler vurderes, også dem med højt askeindhold, som i forbrændingssammenhæng traditionelt betragtes som mindre værdifulde. En lovende teknologi til det formål er lav-temperatur forgasning, der omdanner biomasse til en brændbar gas, som herefter kan konverteres til el og varme med høj effektivitet. Processen er demonstreret i langtidsdrift på Dong Energys 6 MW Pyroneer anlæg i Kalundborg (J. Ahrenfeldt *et al.*, 2013).

Lav-temperatur fluid bed forgasningsteknologien (LT-CFB) udmærker sig ved, at den kan omsætte biobrændsler, som normalt er besværlige at anvende til energiproduktion på grund af et højt indhold af salte og næ-

ringsstoffer i asken, eksempelvis halm, rå gyllefibre eller fibre i afgasset gylle (P. Stoholm, 2008). I kraft af et unikt procesdesign og temperaturregulering er det med LT-CFB teknologien muligt at udnytte en lang række biomasserestfraktioner, og derved signifikant øge andelen af bioenergi baseret på nationale biomasseressourcer. Teknologien sigter i første omgang på samfyring af gasen med eksempelvis træpiller i store kraftværkskedler og på mindre decentrale kraftvarmeværker. Herved opnås en maksimal energieffektivitet i konverteringen af biomassen og derved maksimal  $\text{CO}_2$ -fortrængning. Den termiske konvertering af biomassen resulterer i en fuldstændig omsætning af biomassen, og det eneste restprodukt er en koksfraktion (Song Energy, Pyroneer).

## Halmkoks og gødningspotentiale

Den bioaske, der fremkommer ved termisk forgasning af bio-

masse, har mange gode egenskaber. Da forgasningen sker ved lavere temperatur end ved normal forbrænding, indeholder asken en del koks samt værdifulde næringsstoffer. Det uforbrændte koks, også kaldet biochar, er meget stabilt og nedbrydes meget langsommere af mikroorganismer i jorden end for eksempel ved direkte nedmuldning af halm. Netop denne egenskab, stabiliteten, gør, at man ved spredning og nedpløjning i jord kan binde kulstof og således forbedre  $\text{CO}_2$ -regnskabet for energiproduktionen. Kulstoffet i koksen kan også bruges som jordforbedringsmiddel, idet kulstoffet tilføjer jorden struktur samtidig med, at det forbedrer jordens evne til at holde på vand og næringsstoffer. Når man forgasser halm i stedet for at brænde den af i kraftvarmeværker, forbliver hovedparten af fosfor og kalium plantetilgængeligt. Forsøg med brug af halmaske og aske fra forgasning af gyllefibre produceret af LT-CFB teknologien peger på en relativ

god fosfortilgængelighed, om end den umiddelbare gødningsvirkning er lavere sammenlignet med traditionelt superfosfat handelsgødning.

Perspektiverne for LT-CFB teknologien er at udnytte både energien, gødningsvirkningen og de jordforbedrende egenskaber i organiske restprodukter fra landbruget og byerne - samtidig! Fra byerne kunne skabes tilbageførsel af vigtige næringsstoffer fra f.eks. forgasset spildevandsslam og affald fra fødevarerindustrien. Ligeledes hvilket restprodukt, der anvendes, så omdannes de let nedbrydelige kulstofforbindelser i produktet til energirig gas, mens næringssaltene, samt de mest stabile kulstofforbindelser bliver tilbage i den koks, der dannes. Derudover vil miljøfremmede stoffer, som kan findes i f.eks. slam omsættes i processen, og derved oprense koksfraktionen og sikre, at disse stoffer ikke føres tilbage til jorden. I markforsøg er der tilført halmaske i forhold til plantens fosfor- og kaliumbehov. Det vil sige, i én behandling blev fosfor tilført i henhold til anbefalet mængde, i en anden kalium i henhold til anbefalet mængde. Referencebehandlinger fik tilført samme mængder med kunstgødning. Indledende databehandling peger på, at der ikke er udbytteforskelle mellem afgrøder gødsket med halmaske sammenlignet med de behandlinger, der har fået tilsvarende næringsstoffer tilført ved brug af kunstgødning. Dette kunne tyde på, at næringsstofferne i bioasken er plante-tilgængelige, men det kan også betyde, at de frigives fra jordens pulje af fosfor og kalium.

De første resultater viser også, at der ikke sker nogen reduktion i antallet af regnorme i løbet af det første år i jorde gødet med bioaske sammenlignet med jorde, hvor halmen pløjes direkte ned. De foreløbige resultater ser interessante ud, men mere håndfaste konklusioner kræver flerårige markforsøg.

### Synergi mellem energiproduktion og landbrug

I fremtidens energisystem vil der fortsat være et stort behov for lagerstabile energikilder, som biomasse, til at kunne balance store bidrag fra fluktuerende energikilder som sol og vind. I et lille land som Danmark - med et udbredt og effektivt landbrug, vil en stor del af denne lagerstabile energi kunne stamme fra restprodukter fra fødevarerproduktionen. Det skal dog ikke ske på bekostning af jordkvaliteten eller rentabiliteten af bedriften. Derfor er der brug for at sikre, at de teknologier, der benyttes til at konvertere biomasse til energi, leverer noget tilbage til landbruget igen - noget der både sikrer jordstrukturen, kulstofindholdet og genindvinding af ufornybare næringsstoffer. Et sådant partnerskab med gensidig interesse kan være med til at opbygge stærke relationer mellem lokal fødevarerproduktion og lokal energiproduktion, som er nødvendigt for at nå de meget ambitiøse politiske målsætninger om et fossilfrit Danmark i 2050, det affaldsfrie Danmark m.v.

### Perspektiver

Anvendelse af biokoks i landbruget har vidtrækkende perspektiver. Udover at kunne sikre et bæredygtigt bidrag til forsy-

ningssikkerheden af lagerstabil energi og næringsstoffer i samfundet, vil der også være andre gavnlige effekter og spændende perspektiver at forfølge. Forbedring af jordens evne til at holde på vand og næringsstoffer, øget indhold af kulstof, forbedret jordstruktur til mikrobielt liv og rodnet og øget pH er nogen af sidegevinsterne ved langtidsanvendelse af bioaske i jordbruget. På bedrifter med dyrehold er der desuden erfaringer med at bruge koks og aske til at reducere lugtgener fra gylletanke, og i fodringsstrategier er der også gode erfaringer med at bruge raffineret koks til at stabilisere fordøjelsen hos både svin og kvæg. Endelig vil en termisk proces som LT-CFB forgasning sterilisere de recirkulerede næringsstoffraktioner fuldstændig og destruere syntetiske stoffer som medicinrester, pesticidrester, herbicidrester osv. Dette vil kunne bidrage til samlet reduktion af de risici der er forbundet med en moderne fødevarerproduktion i forhold til kvaliteten af jorden og drikkevandsressourcerne og mindske risikoen for ukontrollerede cocktaileffekter af syntetiske komponenter og deres nedbrydningsprodukter.

### Litteratur

- Ahrenfeldt J, Thomsen TP, Henriksen U & Clausen LR. 2013. Biomass gasification cogeneration - A review of state of the art technology and near future perspectives. Applied Thermal Engineering, vol. 50, no. 2, pp. 1407-1417.
- Dong Energy, Pyroneer: <http://www.pyroneer.com/en>.
- Hansen V, Müller-Stöver D,

Ahrenfeldt J, Holm JK, Henriksen U & Hauggaard-Nielsen H. 2014. Gasification biochar as valuable by-product for carbon sequestration and soil amendment. *Biomass and Bioenergy*, in press.

Müller-Stöver D, Ahrenfeldt J, Holm JK, Shalatek SGS, Henriksen U & Hauggaard-Nielsen H. 2012. Soil application of ash produced by low-temperature fluidized bed gasification: Effects on soil nutrient dynamics and crop response. (2012) *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 94 (2-3), pp. 193-207.

Stoholm P, Ahrenfeldt J, Henriksen U, Gómez A, Krogh J, Nielsen GR & Sander B. 2008. The Low Temperature CFB Gasifier – 500 kW test on biogas fiber residue. 'Proceedings of the 16th European Biomass Conference'. 2–6 June, Valencia. pp. 720–724. (European Biomass Industry Association). ■