

## Biokul til landbrugsjord: et vigtigt klimatiltag

Forfatter(e): Arne Grønkjær Hansen

<sup>a</sup> Innovationscenter for Økologisk Landbrug



### Indledning

I regeringens plan for grøn omstilling af landbruget er der lagt op til en samlet CO<sub>2</sub>-reduktion i landbruget på i alt 7,1 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2030. Heraf forventes pyrolyseteknologien at tegne sig for det største bidrag på i alt to mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Ud over kulstoflagringen i landbruget, vil der ved pyrolyse opnås effekter i form af erstatning af fossilt brændstof med pyrolysegas og biolie. Der produceres i alt 2,7 mio. tons overskudshalm i Danmark, som alene ville kunne resultere i en lagring af 3.6 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, hvilket er ca. tre tons mere, end hvis den samme halm blot nedmuldes. For landmænd betyder det en ændret praksis for håndtering og udnyttelse af biomasser. Ikke bare halm men også træ, energipil og gyllefibre er oplagte at bruge til pyrolyse. Der mangler dog stadig viden om optimal anvendelse af biokul, herunder hvilken dosis, der anbefales til forskellige afgrøder og brug af teknik til udbringning.

## Hvad er biokul?

Biokul - også kaldet biochar - er det restprodukt, der er tilbage, når biomasse afgasses ved høje temperaturer uden ilt i et pyrolyseanlæg. Oftest vælges toptemperaturer omkring 550 - 650 grader eller temperaturer mellem 350 - 550 og en samtidig trykbehandling (Thomsen 2022: [TP Thomsen 2022 Production and Use of Biochar DK 2022.pdf \(ruc.dk\)](#)).

De første danske pyrolyseanlæg er nu ved at blive etableret og indkørt. To runder af tilskud fra staten har været med til at fremme færdigudvikling og implementering af teknologien. På længere sigt forventes CO<sub>2</sub> kreditter eller afgifter på CO<sub>2</sub> også kunne stimulere udviklingen.

Pyrolyse er en metode til effektivt at fjerne og lagre CO<sub>2</sub>. Biokul har et højt og stabilt indhold af kulstof og nedbrydes derfor langsomt i jorden. Det betyder, at CO<sub>2</sub> kun udledes meget langsomt til atmosfæren efter udbringning på landbrugsjorden. Forsøg i laboratorium og modelberegning viser, at der vil være omkring 94% af kulstoffet tilbage i jorden efter 100 år. Hastigheden kan dog svinge en del alt efter materiale, der er anvendt som input (Wolf et al. 2021).



*Biokul af pelleteret halm (foto: Arne Grønkjær Hansen)*



*Biokul af træ fra det tyske firma Novocarbo (foto: Arne Grønkjær Hansen).*

#### **Faktaboks:**

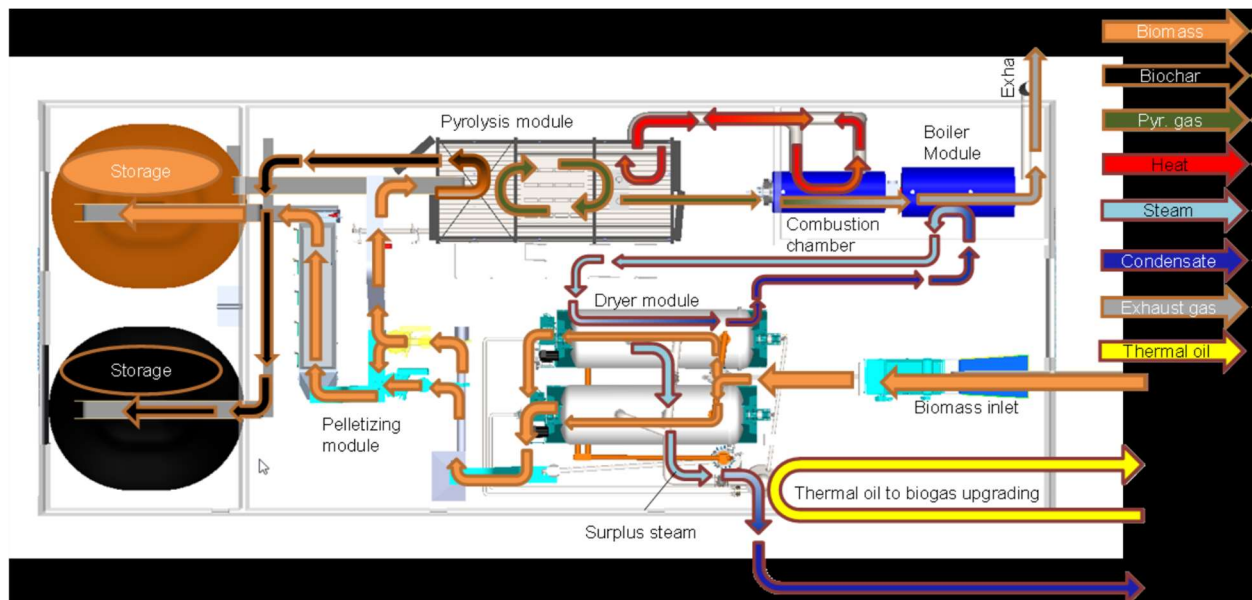
- Biokul er et porøst kulstofrigt materiale fremstillet ved pyrolyse af biomasse ved 350 - 650 grader i en lav oxygenproces. Biokul er defineret ved kvalitet – råmaterialer – og bæredygtig produktion og anvendelse. Biokul indeholder store mængder svært nedbrydeligt kulstof (pyCCS). Har en porøs struktur.
- Gennemsnitligt 65 pct kulstof og 10 pct ilt.
- Lavt brintindhold.
- Na Mg K Ca og P varierer meget med valg af biomasse. Typiske råvarer er halm, træ, gyllefiber.
- Biokul lagrer kulstof i jorden gennem mange år og nedsætter udledningen af CO<sub>2</sub>.
- Positive/negative effekter afhænger af anvendte biomasse, pyrolysetemperatur, nedkøling mm.  
Biologiske effekter er ved anvendelse på dansk landbrugsjord ikke undersøgt til bunds endnu, men rapporter har påpeget øget virus bakterier og svampe samt protozoer (amøber og flagelater)
- Brug af biokul kan mindske behovet for at tilsætte kalk.
- Brug af biokul kan sikre bedre luftskifte i jorden samt øge jordens evne til at tilbageholde vand og næringsstoffer.
- Biokul kan anvendes til andre formål og kan bl.a. efterbehandles med henblik på at opnå større overflade som aktivt kul, der anvendes til luft- og vandrensning. Kan bl.a. binde PFAS.

## Nye anlæg i Danmark

Det første store pyrolyseanlæg er fra Stiesdals. Anlægget kaldet "SkyClean" og er bygget ved Skive, hvor man primært arbejder med gyllefibre og halm som substrat. Firmaet Aquagreen har også anlæg under etablering på Sjælland, især slambaseret. Et tredje firma, der har arbejdet med dette på landbrug i en årrække er firmaet Frichs, som ligeledes har fået støtte til at opføre et nyt større anlæg, der ligesom den første prototype forventes at skulle pyrolysere fjerkrægødning.

I Tyskland og Schweiz bruges i højere grad halm eller træ, og der er en længere tradition for at anvende biokullet til landbrugsjord, ligesom der findes en certificeringsordning for produkterne. Der er desuden nogle produkter, som anvendes til iblanding til foder eller strøelse til husdyr.

I Danmark ser det ud til, at de første anlæg fokuserer på at anvende restprodukter fra husdyrproduktion eller spildevandsslam og placere det i kombination med biogasanlæggene, mens man syd for grænsen de fleste steder arbejder mest med træ og halm. Derfor vil der snart være et marked for biokul fremstillet af gyllefiber, halm eller fjerkrægødning, og det bliver spændende at følge, om forventninger til "det nye sort" bliver indfriet inden 2030.



Princip i pyrolyseanlæg til produktion af Biokul pyrolysegas og bio-olie ud fra fiberfraktion af afgasset gylle mm. (Stiesdal SkyClean A/S (2022)).



## Danske forsøg 2022-23

Målet ved brug af biokul til kulstoflagring er at opnå en langsigtet effekt, men de forsøg og resultater, som indtil videre er gennemført i Danmark, stammer alle fra kortvarige forsøg, typisk på kun et år. Der er derfor endnu ikke tilstrækkeligt grundlag for at konkludere noget endeligt om effekterne ved gentagne tilførsler af biokul over en længere årrække vedrørende evt. positive og negative sideeffekter af kulstoflagring i landbrugsjord, og der vil være behov for flere forsøg, der undersøger forskellige metoder og doseringer på forskellige afgrøder og jordtyper. Dette forhold fremhæves også af flere forskere fra Aarhus Universitet, som er forfattere bag Vidensyntese med viden om biokul (AU, 2022: [Biokul i dansk landbrug \(au.dk\)](#)) Derfor ligger der også planer for flere nye forsøg ved både AU, SEGES og Innovationscenter for Økologisk Landbrug som skal udføres i 2023 og efterfølgende år.

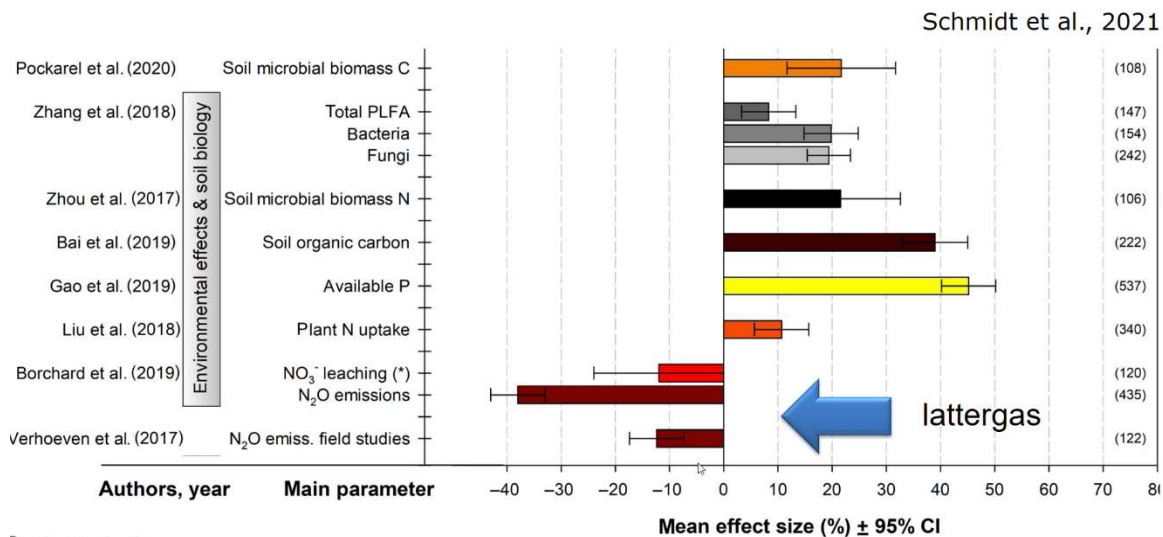
Det er blandt andet nødvendigt at undersøge biokullets mulige hæmmende effekt på nitrificerende bakterier og archaer i jorden, som danner lattergas. Udenlandsk forskning viser, at der kan opnås helt op til 38% reduktion af lattergasemissionen, men de positive forsøg stammer mest fra forsøg under klimatiske forhold, der er langt fra de danske og på kalkfattige jorde. Der forventes enten kun en lille positiv eller slet ingen ændring i Danmark. I 2022 blev der gennemført forsøg i samarbejde med Teknologisk Institut med bestemmelse af lattergas efter tildeling af biokul til jorden. I 2023 gentages forsøget, hvorefter der vil kunne konkluderes, om biokul kan bruges til at reducere lattergastabet ved tildeling sammen med gylle og med et kvælstof niveau på 80 kg N/ha. Der bliver igen i 2023 valgt en dosis af biochar op til P-loftet. Sideløbende gennemføres andre forsøg, der har til formål at afklare effekt på livet i jorden, når det anvendes biokul fra halm.



*Udspreddning af biokul til forsøg, nedpløjes inden såning af korn (foto: Arne Grønkjær Hansen)*

Biokul af afgassede gyllefibre og af halm er basisk og kan derfor øge jordens pH-værdi. Det betyder, at landmanden i et vist omfang vil kunne erstatte udbringningen af kalk med biokul. Tilsætning af biokul til jord, der mangler kalk kan derfor føre til udbyttefremgang, men ellers skal man ifølge de foreløbige erfaringer ikke regne med udbyttefremgang på dansk landbrugsjord, selv om nogle udenlandske artikler rapporterer højere kornudbytter.

Udover de klimamæssige fordele ved brug af biokul, viser forskningen blandt andet, at biokul kan forbedre luftskifte og porøsitet af jorden samt øge jordens evne til at tilbageholde vand og næringsstoffer. Desuden rapporteres der om øget mikrobiel biomasse, jordsvampe og øget P- tilgængelighed.



Metaanalyse af litteratur om biokul i til landbrugsjord, Schmidt et al. 2021. Effekt på forskellige parametre i jord og emissionen af lattergas (N<sub>2</sub>O) fra landbrugsjord.

## Økologiske forsøg med biokul

Innovationscenter for Økologisk Landbrug skal i 2023 fortsætte forsøg, der har til formål at afklare, hvordan jordbiologien bliver påvirket af forskellige doser af biokul fremstillet på henholdsvis halm og træflis. Innovationscenter for Økologisk Landbrug gennemførte i samarbejde med SEGES og Teknologisk Institut markforsøg, der havde til formål at undersøge, om biokul tilsat gylle kunne virke nitrifikationshæmmende, dvs. hæmme tabet af lattergas. Resultater offentliggøres først efter, der er gennemført yderligere målinger af lattergas i 2023 og vi dermed har mere sikre data.

## Regler for brug af biokul i økologien

Årsagen til, at der i forsøg på de økologiske landbrug kun blev anvendt halm- og træbiokul er, at der ikke må anvendes biokul, der indeholder rester fra animalsk produktion på økologisk jord (i hvert fald ikke endnu).

Økologiske producenter må bruge plantematerialer, for eksempel halm og træflis, der er uforarbejdet eller kun forarbejdet med produkter, som er godkendt af økologilovgivningen. Økologiske producenter må altså ikke bruge biokul, der er fremstillet af gyllefibre. Der er desuden krav til overholdelse af grænseværdier for tjærestoffer (PAH) jf. EGTOPS anbefalinger samt den tyske certificeringsordning for biokul – grænsen er på kun 4 mikrogram Det virker selvfølgelig bizart, at økologiske gyllefibre ikke kan anvendes i økologien, når økologiske planteavlere gerne må importere gylle fra konventionelle landbrug og biogasanlæg – hvorfor så ikke afgassede, pyrolyserede gyllefibre, når vi endda ved, at rester af antibiotika og pesticider vil blive nedbrudt af pyrolysen. Det handler dog om, at der også tabes en del af kvælstoffet fra den faste fraktion af gyllen. Forsøg på konventionel landbrugsjord kan evt. danne grundlag for evaluering af økologiregler, idet man løbende skal diskutere ny viden fra forskning samt de fordele og ulemper ved en evt. ændring af de nuværende regler på området. Det sker bl.a. i ekspertgruppen EGTOP, som rådgiver EU på økologiområdet.

## Litteratur

- [1] AU, 2022 Vidensyntese om biokul i dansk landbrug, DCA Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug
  
- [2] Krull, Lotte DTU 2021. [Sådan kan landbruget fange og lagre CO2 – DTU](#)
  
- [3] Thomsen, T. (2022). Introduction to Production and Use of Biochar 2022: working towards a more circular and bio-based Danish economy. Roskilde Universitet.
  
- [4] Woolf, Dominic, Lehmann J., Ogle, S., Kishimoto-Mo, A.W., McConkey, B. and Baldock, J. Greenhouse Gas Inventory Model for Biochar Additions to Soil *Environmental Science & Technology* **2021** 55 (21), 14795-14805. DOI: 10.1021/acs.est.1c02425 [CHAR-PFAS-White-Paper v2.pdf \(chartechnologies.com\)](#)