

# Biokullet og den sorte jord

**VÆKSTMEDIER.** Genem pyrolyse kan man bruge organisk affald til at fremstille biokul. Det er en gammel teknologi med store fremtidsperspektiver, bl.a. fordi biokul er et godt vækstemedie

**B**iokul er kulstof som er bundet i meget stabile kulstofrige forbindelser, og har en porøs struktur der let binder humus, mikroorganismer, næringsstoffer og vand. Det kan udvindes af slam og andet biologisk affald og kan bruges som et effektivt vækstemedie der samtidig kan rense vejvandet. Det fremstilles gennem pyrolyse der filtrerer forurening fra og binder kulstoffet meget længe så der udledes mindre CO<sub>2</sub> til luften.

Det lyder for godt til at være sandt. Men markedet for biokul er på vej op i Sverige og internationalt - men endnu ikke ret meget i Danmark. I Sverige er biokul bl.a. taget i brug til bytræer hvor biokullets egenskaber som vækstemedie bl.a. udnyttes i den såkaldte Stockholm-model hvor makadam tilsættes biokul.

I Stockholm tror man så meget på det, at man ikke længere importerer biokul, men har oprettet sin egen produktion med byens eget have- og parkaffald som råmateriale.

Frøfirmaet Skånefrö har også nylig indviet et nyt pyrolyseværk i Hammenhög for at omdanne sit eget affald til biokul for bl.a. at bruge det i de boldbaner man leverer frø til.

Ulrika Jönsson Belyazid, Jonatan Malmberg og Ann-Mari Fransson har beskrevet de positive erfaringer i artiklen 'Biokul - en forntida resurs med framtida utvecklingsmöjligheter' i Utemiljö 3/2019. De beskriver de forsøg der i gng, men efterlyser samtidig langsigtede forsøg for at se om biokullets virkninger nu også holder i længden.

## Gennem pyrolysen

Pyrolyse kommer af det græske pyr (ild) og lysis (spalte). Det er en kemisk spaltning ved hjælp af varme uden ilt. Højmolekylære stoffer bliver til små molekyler. Produktion af trækul, grillkul, gas og koks sker gennem pyrolyse. Når en ovn renser sig selv, er det også pyrolyse. Ovnens varmes så meget op at snavs bliver til aske.

Biokul fremstilles på pyroly-

seværker. Råvaren er biologisk materiale, f.eks. slam, halm, have- og parkaffald, tang og alger. Det varmes op til 500-1000°C uden ilt. De organiske molekyler af f.eks. cellulose og lignin brydes derved ned til mindre molekyler. Derved dannes gas og olie der kan anvendes som brændsel til at drive pyrolysen eller til andre formål, f.eks. fjernvarme. Og så dannes der en fast, kulstoffrig rest, biokul eller biochar.

Hvor meget der dannes af hver og hvordan biokullet bliver, kommer bl.a. an på materialet, temperaturen, hvor hurtigt der varmes op og hvor lang tid materialet udsættes for varmen. Skruer man f.eks. temperaturen op, får man mindre biokul, men også mere rent kul med færre skadelige stoffer, forklarer Belyazid, Malmberg og Fransson.

I princippet er pyrolyse en enkel teknik man selv kan udføre med vejledning fra youtube-film. Men de svenske fagfolk advarer mod hjemmeproduktion hvor man ikke kan

styre processen ret præcist og derfor ikke ved hvor rent og godt biokullet bliver. Biokul af god kvalitet som vækstemedie kræver en professionel produktion hvor alle parametre kalibreres nøje.

## Fjerner uønskede stoffer

Processen fjerner eller reducerer de uønskede stoffer i råvaren. Over 700°C fordampes cadmium så biokullet bliver fri for dette giftige tungmetal. Det samme sker med kviksølv og i vist omfang med bly og zink, mens kobber, krom og nikkel ikke kan udskilles. Cadmium er dog det giftigste stof. At det fjernes er en forudsætning for at bruge organisk affald til jordbrug, fastslår Belyazid, Malmberg og Fransson.

Allerede ved 250°C ødelægges smittestoffer som bakterier og virus. Under de høje temperaturer destrueres også uønskede stoffer som f.eks. medicinrester, hormoner og husholdningskemikalier der er relativt meget af i slam.

I den olie pyrolysen danner, samles PAH'er (polyaromatiske kulbrinter) som er kræftfremkaldende. Der må derfor ikke være olierester i biokullet. Risikoen falder ved meget høj varme (800°C). Studier har vist at risikoen for PAH'er og dioxiner er højere ved hurtig pyrolyse (få sekunder) end ved langsom pyrolyse (over 15 minutter) og ved cirka 500°C i forhold til 800°C.

Til gengæld skåner pyrolysen næsten al det fosfor der er i råvaren - og det er der meget af i slam. Det er væsentligt i et globalt langsigtet perspektiv fordi fosfor som kunstgødning snart kan blive en mangelvare. Foreløbige forsøg viser at over 97% af fosforen er tilbage efter en pyrolyse ved 750°C. Og så flere andre næringsstoffer bliver godt bevaret.

## Tilbage til dyrkningsjorden

Pyrolysens rensende virkning gør det muligt at bruge problematiske affaldsstoffer, ikke

Skånefrö fik i vinters installeret dette pyrolyseværk som omdanner frøfirmets eget biologiske affald til biokul. Både temperatur og opholdtid i ovnen er afgørende for hvordan biokullet bliver. Foto: Skånefrö.





Pyrolysens kulstofrige restprodukt, det porøde biokul. Det er meget stabilt produkt der kan lagte  $\text{CO}_2$  i hundreder eller tusinder af år. Foto: Jonatan Malmberg.

Biokul er blevet et almindeligt kommercielt produkt i Sverige. Her som produktet Citykross som Hasselfors Garden markedsfører som sin egen version af den stockholmske 'kulmakadam'. Det er et 16-32 stenmateriale blandet op biokol og kompost.



mindst renseanlæggenes slam der ellers er rigt på næringsstoffer, især fosfor. I Sverige ender kun omkring en fjerdedel af slammet på marker, idet resten indeholder for meget af uønskede stoffer som kadmium, medicin, virus og bakterier. Gennem pyrolyse kan langt mere slam - i form af biokul - føres tilbage til marker, grønne områder og vejtræer.

Der er store perspektiver i at bruge biokul i landbrugsjord, ikke mindst for at udnytte fosforen. Skal biokul bruges i landbruget forudsættes det dog at biokullet er fri for i hvert fald cadmium og PAH'er.

Når man vurderer brugen af af biokul til jordbrug, støder man dog ind i det problem at biokul er en samlet betegnelse for kulstofrester af forskellige biomasser, lyder det fra Lars Elsgaard fra Aarhus Universitet. Det betyder at resultater opnået med én type biokul ikke uden videre kan overføres til at gælde en anden type. En sammenstilling af mere end 80 studier viser en gennemsnitlig udbyttefremgang på 10% ved tilførsel af tre ton biokul pr. ha fortæller Elsgaard.

Elsgaards oplysninger er fra 2015, men han bekræfter at de stadig holder. Han forklarer desuden at et netop udførte markforsøg under danske forhold ikke bekræfter at biokul ikke altid mindsker  $\text{N}_2\text{O}$ -emissionen som det ofte ellers antages. Der er også et mere teoretisk studie på vej om de mulige fordele ved kulstoflagring



Regnbed med biokul i Hjorthagen, Stockholm. Biokullet kan forbedre de rå forhold som mange planter i urbane miljøer lever under, bl.a. med at forbedre vand- og næringsforsyningen og. Foto: Jonatan Malmberg.

som biokul. Arbejdet er primært udført som led i Henrik Thers ph.d.-afhandling, der udkommer sidst på året.

### Langsigtet CO<sub>2</sub>-binding

At biokul er meget stabilt kan man se i de sorte jorder, terra preta, i Amazonas. Det er jord med et meget højt indhold af humus og næring og et betydeligt højere indhold af mikroorganismer end man normalt finder i forvitret og sur regnskovs jord. Den sorte jord er regnskovsindianernes forladte marker. Og forklaringen er formentlig det biokul der er opstået gennem svedjebraugets kontrollerede nedbrænding. Og den bevidste eller tilfældige pyrolyse der fulgte med.

At de forladte marker stadig er sorte, viser hvor stabilt biokul er. Halveringstiden er beregnet til hundreder til tusinder af år. Lars Elsgaard fortæller selv om et forsøg der siger 2700 års halveringstid.

Det betyder at CO<sub>2</sub> bindes i en meget stabil form der ikke

nedbrydes af jordens mikroorganismer som det f.eks. sker ved nedmuldning af halm. Det er en af produktets store fordele nu hvor klimaændringerne er kommet på den politiske dagsorden. Biokul blev i 2018 klassificeret som en Negative Emission Technology af FN's klimapanel IPCC.

Effekten er ifølge Belyazid, Malmberg og Fransson beregnet til 1,7 ton CO<sub>2</sub> pr. ton fremstillet biokul. Hertil kommer indirekte effekter. Hertil hører mindre udslip af bl.a. metan og - måske - lattergas når biomasse omdannes til biokul fremfor at blive omsat. At bytræers får ekstra vækst når de får tilsat biokul, er et andet eksempel på de indirekte effekter.

### Gode vækstegenskaber

En anden fordel ved biokul er de gode egenskaber som vækstmedie. De første svenske forsøg med biokul i 2009 var at bruge biokul i makadam til træer. Det var Stockholm

Kommune der forsøgte sig på Herrhågsvägen med biokul fremstillet af træ ved lav temperatur. Nogle år senere kunne man måle at træerne der havde fået biokul i makadammen, havde fået 35% større stammeomkreds end de træer der ikke havde fået biokul, men muld i makadammen.

Siden er biokul afprøvet i en række forskellige urbane vegetationssystemer, forklarer Belyazid, Malmberg og Fransson. Man ved nu at effekten i gadetræer især skyldes at biokul holder godt på vandet, men også at man undgår den komprimering der kan optræder i makadam med muldjord. Hertil kommer at biokul takker være sin sit store overfladeareal også holder godt på næringsstofferne. Med sin normalt høje pH kan det også virke som et kalkningsmiddel.

Det giver alt sammen træerne bedre forudsætninger for at klare det pressede byklima, især i sommervarmen. I dag er recepten til bytræer en maka-

dam med 75% sten og 25% biokul iblandet kompost.

Biokullets egenskaber kan også udnyttes i bevoksninger på tage og dæk hvor biokul kan erstatte pimpsten og teglskærver. Her er det også en fordel at biokul ikke vejer ret meget og i sig selv er meget fysisk stabil.

Biokullet kan også filtrere det forurenede vejvand der siver gennem de plantebede hvor biokullet er anvendt. Hvor effektivt det er, kommer den svenske artikel dog ikke nærmere ind på.

### BiodiverCity & Rest till Bäst

Selv om der efterlyses langsigtede forsøg, bliver biokul dog undersøgt, også i Sverige. Det sker bl.a. gennem projektet Rest till Bäst fokuserer på biokullets egenskaber, produktionen, de mulige råmaterialer, og den værdikæde som produktionen af biokul skaber lige fra nyttiggørelse af affald til den praktiske anvendelse.

Biokul indgår også i dyrkningsforsøg, bl.a. som led i det internationale projekt BiodiverCity der blev indledt i 2014 for at skabe levedygtige biotoper med minimal ukrudtsbekæmpelse og vanding.

I en skyggefuld gård i Koggen i Malmø skulle der etableres en skovbundslignende biotop. Derfor blev den sandede og grusede jord indblandet med 15% biokul og fik et lag kompost oven på. Planterne udviklede sig hurtigt og ikke meget ukrudt nåede at etablere sig.

I Varvsparken i Malmø blev der anlagt en mere soleksporeret skovbiotop med biokul på en del af arealet. I dag kan man med det blotte øje se hvor er brugt biokul og hvor der ikke er. F.eks. har de egetræer der har biokul i jorden, klaret sommertørken i 2018 bedre end egetræerne i almindelig jord. *sh*

### KILDER

Ulrika Jönsson Belyazid, Jonatan Malmberg, Ann-Mari Fransson (2019): Biolol - en forntida resurs med framtida utvecklingsmöjligheter. Gröna Fakta, Utemiljö 3/2019.  
Nina Hermansen (2015): Sådan virker biokul på dyrket jord og miljøet. dca.au.dk. Oplæg til Lars Elsgaard: Sådan virker biokul på dyrket jord og miljøet. Plantekongressen 21.1.2015.  
Lars Elsgaard (2019): E-mailkorrespondance, 19.5.2019.  
Biokol.org.