

Planter, Jura

Regler og anbefalinger til sikker anvendelse af biokul på landbrugsjord


Biokul har mange egenskaber, der kan bidrage positivt ved tilførsel til landbrugsjord. Men biokul kan også indeholde problematiske stoffer som tungmetaller og tjærestoffer. Læs her om risici, anbefalinger og lovgivning i forhold til disse stoffer i biokul.

Viden om Opdateret 28. november 2023

Biokul kan anvendes som et klimavirkemiddel, der sikrer langvarig kulstoflagring i jorden, men der er også meget fokus på anvendelsen af biokul som gødning og jordforbedringsmiddel. Biokul kan fremstilles af forskellige typer biomasse, såsom halm, biogasrestfibre, træ, husdyrgødning eller spildevandsslam. Økologiske landbrug kan dog kun anvende biokul fremstillet af plantemateriale, og derfor ikke biokul fremstillet af husdyrgødning, gyllefibre eller spildevandsslam.

Biokul kan i nogle tilfælde indeholde miljøfremmede stoffer og tungmetaller, som kan udgøre en sundheds- og miljømæssig risiko, hvis koncentrationerne er for høje. Det er derfor vigtigt, at du skaffer dig oplysninger omkring indholdet af problematiske stoffer i produktet, inden du spreder biokul på marken.

I biokul produceret af velkendte biomassetyper, såsom halm eller husdyrgødning, er det

 sandsynligt indhold af tjærestoffer (PAH'er), du som landmand skal være opmærksom på, inden du

spredter biokullet i marken. For biokul produceret af andre biomassetyper af mere varierende oprindelse, såsom spildevandsslam eller biogasrestfibre, skal du også være opmærksom på indholdet af tungmetaller og klorholdige forbindelser (PCB, PCDD/F).

I lovgivningen er der krav til analyse og fastsatte grænseværdier for miljøfremmede stoffer og tungmetaller, for at undgå at disse stoffer over tid vil medføre skadelige effekter på dyrkningsjorden, miljøet og menneskers sundhed.

Det skal du være opmærksom på

- For biokul produceret af velkendte restbiomasser fra landbrug, er det hovedsageligt indhold af tjærestoffer (PAH'er), du som landmand skal være opmærksom på, før du spreder biokul på marken.
- Selvom et biokulprodukt er EBC-certificeret, er du ikke garanteret, at det overholder de danske grænseværdier for miljøfremmede stoffer og tungmetaller.
- Sikr dig derfor, at analyseværdierne for dit biokulprodukt, overholder de fastsatte grænseværdier for miljøfremmede stoffer og tungmetaller angivet i Bilag 2 i Affald til Jordbekendtgørelsen, før du spreder det på marken.
- Husk også, at før du spreder biokul på marken, skal du ansøge om en § 19-godkendelse hos kommunen, hvor det skal udbringes. Læs her om [§ 19-godkendelse og andre regler for anvendelse og spredning af biokul i marken](#).

Hvorfor kan der findes problematiske stoffer i biokul?

Biokul produceres oftest af restbiomasser fra landbruget, der som udgangspunkt ikke udgør en sundheds- og miljømæssig risiko. Men under pyrolyseprocessen, kan eksisterende stoffer i biomassen opkoncentreres eller danne nye problematiske forbindelser i biokullet.

Udover at pyrolyse kan danne grupper af uønskede stoffer, bidrager pyrolysen samtidig til at nogle andre problematiske stoffer nedbrydes. Det kan være mikroplast, medicinrester, PFAS-stoffer m.m., som delvis fjernes fra eks. spildevandsslam ved pyrolyse, og derfor i meget begrænset omfang videreføres til landbrugsjord ved udbringning af biokul.

Sådan fremstilles biokul ved pyrolyse

Biokul fremstilles ved pyrolyse, som er en termisk nedbrydningsproces, der foregår under iltfrie forhold ved høje temperaturer (350-900°C). For biokul fra gødning og slam dog over 500 °C. Under pyrolyse vil de høje temperaturer resultere i en kemisk nedbrydning af den biomasse som pyrolyseres, hvormed nogle forbindelser frigives til gasfasen, mens andre omstruktureres og dannes i (bio)kulfraktionen.

Tjærestoffer

Tjærestoffer også kaldet PAH'er (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons), kan dannes i biokullet under pyrolyseprocessen. Den anvendte biomasse, pyrolyseforholdene og den efterfølgende afkølingsproces har betydning for mængden af PAH'er, der dannes og kondenserer ned i biokullet. Producenten kan arbejde på at optimere procesforholdene under pyrolyse og nedkøling, så dannelsen af PAH'er i biokullet begrænses. Hvis der skulle opstå for høje PAH-koncentrationer, har producenten også mulighed for at køre biomassen igennem anlægget igen ved optimerede forhold, og derved fjerne en del af de PAH'er som blev dannet i første omgang (DTU).

Tungmetaller

Tungmetaller vil i modsætning til tjærestoffer, kun findes i biokul, hvis biomassen, det produceres fra, indeholder tungmetaller. Enkelte tungmetaller kan være flygtige under pyrolysen (eks. kviksølv og cadmium), hvilket minimerer risikoen for, at disse stoffer ender i biokullet. Andre tungmetaller opkoncentreres i biokullet, i takt med at biomassen pyrolyseres. Derfor kan koncentrationen af et tungmetal være højere i biokullet end i den oprindelige biomasse, da under halvdelen af biomassen bliver til biokul.

Fokus på begrænset indhold af tungmetaller i den biomasse, der anvendes til produktion af biokul, vil medvirke til at begrænse udfordringen med tungmetaller i biokul.

PCDD, PCDF og PCB

De er alle klorholdige forbindelser, som kan dannes under pyrolysen, hvis biomassen indeholder større mængder klor. Derfor forventes stofferne ikke at være et problem, hvis der ikke kan måles indhold af klor i biomassen inden pyrolysering. Fokus på begrænset indhold af klor i den biomasse, der anvendes til produktion af biokul, vil afhjælpe denne udfordring.

Flygtige organiske forbindelser

Flygtige organiske forbindelser, på engelsk volatile organic compounds (VOC), kan ligesom PAH'er også dannes under pyrolyseprocessen, og derfor findes i biokul. VOC dækker over mange forskellige forbindelser, som ifølge litteraturen kan påvirke jord og plantevækst både negativt og positivt.

Dansk lovgivning for miljøfremmede stoffer og tungmetaller i biokul til landbrugsjord

I Danmark er der fastsat lovpligtige grænseværdier for tilførsel af miljøfremmede stoffer og tungmetaller i [Bilag 2 i Affald til Jordbekendtgørelsen, BEK nr. 1001 af 27. juni 2018](#). De er fastsat for at undgå ophobning og forurening af landbrugsjorden og for at beskytte de biologiske processer og mikrolivet i jorden.

På trods af, at biokul fremadrettet reguleres som en selvstændig gødningstype, og derfor følger reglerne i [Gødskningsbekendtgørelsen, BEK nr. 1060 af 16. juli 2023](#), forventes det fortsat, at biokul betragtes som et stof, produkt eller materiale, der potentielt kan forurene grundvand, jord og undergrund jf. miljøbeskyttelseslovens §19. Af den årsag, skal biokul til landbrugsjord overholde de samme grænseværdier for miljøfremmede stoffer og tungmetaller, som gælder for bl.a. spildevandsslam i henhold til Affald til Jord-bekendtgørelsen.

Krav i international certificeringsordning for biokul – European Biochar Certificate

Danske og internationale producenter af biokul har mulighed for at få deres pyrolyseanlæg og biokul certificeret gennem den frivillige biokul-certificeringsordning, European Biochar Certificate (EBC).

Certificeringsordningen er udviklet til at begrænse sundheds- og miljømæssige risici ved produktion og brug af biokul, og stiller derfor en række krav, som skal opfyldes før et biokulprodukt kan certificeres. Kravene indebærer bl.a. grænseværdier og deklarationskrav for udvalgte miljøfremmede stoffer. Grænseværdierne er fastsat på et videnskabeligt grundlag og på baggrund af eksisterende international lovgivning for lignende produkter.

EBC certificerer biokul afhængig af anvendelsesformål, hvor grænseværdier og deklarationskrav for et biokulprodukt afhænger af, om det skal anvendes til konventionel landbrugsjord (EBC-Agro), økologisk landbrugsjord (EBC-AgroOrganic) eller foder (EBC-Feed og EBC-FeedPlus). Det betyder bl.a., at der er skærpede krav til biokul, som skal kunne anvendes i økologisk jordbrug, samt yderligere skærpede krav til biokul, der skal kunne anvendes til foder.

På EBC's hjemmeside kan du finde danske og udenlandske [EBC-certificerede biokulproducenter](#). Du kan læse om de resterende krav til certificering af biokul i [EBC Guidelines \(Version 10.3\)](#).

Grænseværdier for anvendelse af biokul på marken

I dette afsnit kan du finde grænseværdier for miljøfremmede stoffer og tungmetaller gældende i dansk lovgivning og i certificeringsordningen EBC. Vær opmærksom på, at det er grænseværdierne fra Affald til Jord-bekendtgørelsen, der vil være gældende, uanset, om grænseværdien er større eller mindre end grænseværdier fastsat af EBC.

Der er på nuværende tidspunkt ikke fastsat grænseværdier for VOC'er, hverken i dansk lovgivning eller certificeringsordninger for biokul.

Grænseværdier for tungmetaller i biokul

Der er fastsat grænseværdier for indholdet af en række tungmetaller i biokul. Grænseværdier for de respektive tungmetaller er vist i tabel 1.

Tabel 1.

Grænseværdier for indhold af tungmetaller i Affald til Jord-bekendtgørelsen og EBC's guidelines.

	EBC-Agro* [mg pr. kg tørstof]	EBC- AgroOrganic* [mg pr. kg tørstof]	Affald til Jord- bekendtgørelsen [mg pr. kg tørstof]	Affald til Jord- bekendtgørelsen [mg pr. kg totalfosfor]
Bly	120 **	45	60	10.000
Cadmium	1,5 **	0,7	0,8	100
Kobber	100	70	1.000	
Nikkel	50 **	25	30	2.500
Kviksølv	1 **	0,4	0,8	200

	EBC-Agro* [mg pr. kg tørstof]	EBC- AgroOrganic* [mg pr. kg tørstof]	Affald til Jord- bekendtgørelsen [mg pr. kg tørstof]	Affald til Jord- bekendtgørelsen [mg pr. kg totalfosfor]
Zink	400	200	4.000	
Krom	90	70	100	
Arsenik	13	13	25	

*EBC har i 2022 indført deklarationskrav for sølv-indholdet, men der er pt. ingen fastsat grænseværdi for sølv.

**Markerer EBC-grænseværdier, der er højere end grænseværdierne i Affald til Jord-bekendtgørelsen.

I Affald til Jord-bekendtgørelsen, gælder det for nogle tungmetaller, at indholdet skal overholde enten de tørstofrelaterede eller fosforrelaterede grænseværdier.

Du skal være opmærksom på, at for et EBC-Agro certificeret biokulprodukt, er grænseværdierne for nogle tungmetaller højere i EBC's anbefalinger end de danske grænseværdier i Affald til Jord-bekendtgørelsen. Det betyder, at på trods af, at biokul er EBC-Agro-certificeret, er man ikke sikret, at det overholder de danske lovmæssige grænseværdier for biokul. Det er derfor vigtigt, at du sikrer dig, at indholdet af tungmetaller, som i tabellen er markeret med **, ligger under de danske grænseværdier.

Er din biokul EBC-AgroOrganic certificeret, overholder det de danske grænseværdier for alle ovenstående tungmetaller.

Grænseværdier for tjærestoffer (PAH) i biokul

Tjærestoffer reguleres ikke altid for hvert enkelt stof (PAH), men som summen af en række uønskede tjærestoffer.

I Affald til Jord-bekendtgørelsen er fastsat en grænseværdi for summen af 9 udvalgte tjærestoffer. I EBC's guidelines er der grænseværdier for summen af 8 og 16 PAH'er samt for 2 enkeltstående PAH'er (Benz(e)pyren og Benz(j)flouranthen). Grænseværdierne fremgår af tabel 2.

Tabel 2.

Grænseværdier for indhold af tjærestoffer (PAH) i Affald til Jord-bekendtgørelsen og EBC's guidelines.

	[mg pr. kg/g pr. ton tørstof]
Affald til Jord-bekendtgørelsen	
Σ9 PAH	3,0**
EBC guidelines*	
Σ8 (EFSA) PAH	1,0***
Σ16 (EPA) PAH	6,0±2,4****
Benz(e)pyren	<1,0
Benz(j)flouranthen	<1,0

*Grænseværdier gælder for både EBC-Agro og EBC-AgroOrganic

**Σ9 PAH = Σ Acenaphthen, Phenanthren, Fluoren, Fluoranthen, Pyren, Benzfluoranthener (b+j+k), Benz(a)pyren, Benz(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren.

***Σ8 (EFSA) PAH = Benz(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benz(b)flouranthen, Benz(k)flouranthen, Benz(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Chrysen, Dibenz(a,h)anthracen.

****Σ16 (EPA) PAH = Acenaphthen, Acenaphtylen, Anthracen, Fluoren, Flouranthen, Pyren, Benz(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benz(b)flouranthen, Benz(k)flouranthen, Benz(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Chrysen, Dibenz(a,h)anthracen, Naphthalen, Phenanthren.

De 16 PAH'er som indgår i EBC's guidelines er udpeget af EPA (U.S. Environmental Protection Agency) på baggrund af deres miljø- og sundhedsmæssige risiko. De 8 PAH'er er udpeget af EFSA (Den Europæiske Fødevarerikkerhedsautoritet), da de anses som kræftfremkaldende, og derfor er der fastsat en ekstra lav grænseværdi for netop disse tjærestoffer.

Selvom et biokulprodukt er EBC-certificeret, og dermed overholder EBC's grænseværdier for PAH'er, er du ikke sikret, at produktet overholder de danske grænseværdier for PAH'er gældende i Affald til Jord-bekendtgørelsen. Du skal derfor sikre dig, at de danske grænseværdier er overholdt.

Da alle PAH-stofferne i Σ9 PAH indgår i Σ16 (EPA) PAH, vil biokul med et indhold af Σ16 PAH'er på 3mg pr. kg eller derunder, overholde den danske grænseværdi for Σ9 PAH'er.

Det er endnu usikkert, om pyrolysevirksomhederne kommer til at angive indholdet af Σ9 PAH på deres biokulprodukter.

Grænseværdier for PCB og PCDD/F i biokul

Grænseværdier for de klorholdige forbindelser PCB, dioxiner (PCDD) og furaner (PCDF) kan ses i tabel 3.

Tabel 3.

Grænseværdier for PCB, PCDD og PCDF i biokul.

Affald til Jord-bekendtgørelsen	
PCB** [mg pr. kg tørstof]	0,2
EBC guidelines*	
PCB [mg pr. kg tørstof]	0,2
PCDD/F [ng WHO-toksicitetsækvivalenter pr. kg tørstof]	20,0

*Grænseværdier gælder for både EBC-Agro og EBC-AgroOrganic.

**PCB7: PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 – gælder kun spildevandsslam.

Da indholdet af PCB, PCDD/F kun dannes i meget begrænsede mængder i moderne pyrolyseanlæg, har EBC ikke fastsat krav til gentagende analyse af disse stoffer. EBC har kun krav om en analyse for PCB og PCDD/F ved den første kontrol af et pyrolyseanlæg, som producerer EBC-Agro og EBC-AgroOrganic certificeret biokul.

I Affald til Jord-bekendtgørelsen kun fastsat en grænseværdi for PCB i spildevandsslam. Desuden er der ingen fastsatte grænseværdier for PCDD/F.

Sådan undersøger du, om biokullet overholder de danske grænseværdier

Det forventes, at biokulproducenterne udleverer et analysebevis med resultater for indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i forbindelse med køb og levering af et biokulprodukt. Er det

ikke tilfældet, bør du forlange at få det udleveret, eller alternativt indsende en prøve af dit biokul til analyse ved et akkrediteret laboratorium.

Når du har modtaget resultaterne for indhold af tungmetaller, tjærestoffer og PCB, kan du sammenholde værdierne med de danske grænseværdier, for at undersøge om indholdet overholder gældende lovgivning.

I tabel 4 fremgår eksempler på analyseresultater fra to forskellige biokulprodukter.

Tabel 4.

Eksempel på analyseresultater fra praksis sammenlignet med danske grænseværdier.

Analyseværdi	Grænseværdi	Biokul fra biogasrestfibre	Biokul fra halm
Tungmetaller [mg pr. kg ts (mg pr. kg totalfosfor)]			
Bly (Pb)	60 (10.000)	2,0 (97)	<2
Cadmium (Cd)	0,8 (100)	<0,2 (<10)	<0,2
Kobber (Cu)	1.000	70	6
Nikkel (Ni)	30 (2.500)	44 (2.136)	<1
Kviksølv (Hg)	0,8 (200)	<0,07 (<3)	<0,01
Zink (Zn)	4.000	260	49
Krom (Cr)	100	16	2
Arsenik (As)	25	1,8	<0,8
PAH'er (mg pr. kg ts)			
Σ9 PAH'er*	3,0	<1,2	<0,9

Analyseværdi	Grænseværdi	Biokul fra biogasrestfibre	Biokul fra halm
PCB (mg pr. kg ts)			
PCB ₇ **	0,2	0,000511	0,000873

* I analysecertifikatet fra Eurofins angives hver enkelt PAH, hvorfra resultatet for $\Sigma 9$ PAH'er kan beregnes.

**Vær obs på, at analyseværdierne for PCB₇ kan være angivet i μg pr. kg ts i analysecertifikatet.

I ovenstående eksempler er det kun indholdet af nikkel i biokul fra biogasrestfibre (markeret med gul), der ikke overholder grænseværdien på 30 mg pr. kg ts. Indholdet af nikkel overholder til gengæld grænseværdien i EBC-Agro på 50 mg pr. kg ts og den fosforrelaterede grænseværdi i Affald til Jord-bekendtgørelsen på 2500 mg pr. kg totalfosfor. Det betyder, at ovenstående eksempel med biokul fra biogasrestfibre alligevel overholder grænseværdien i Affald til jord-bekendtgørelsen, eftersom det blot er den ene af de to danske grænseværdier for nikkel, som skal være overholdt.

Indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer vil kunne variere mellem forskellige biokulprodukter, og derfor er det særligt vigtigt, at du sikrer sig, at biokullet som du modtager overholder de danske grænseværdier i henhold til Affald til Jord-bekendtgørelsen.

Hvor meget biokul skal jeg tilføre jorden?

Mængden af biokul, du tilfører per hektar, vil have betydning for den effekt biokullet har på jord og afgrøder. I litteraturen kan der findes eksempler på tilførsel af store mængder biokul, såsom 20 tons pr. ha, men også helt op til 100-200 tons pr. ha. Men der gælder danske regler for biokul, såsom P-loftet, der begrænser den årlige mængde biokul, du maksimalt må tilføre per hektar. Regler for udbringning af biokul, kan du læse mere om i artiklen [Hvordan er reglerne for udbringning af biochar til landbrugsarealer?](#)

Biokul kan have mange forskellige egenskaber, som potentielt kan påvirke jordens fysiske, kemiske og biologiske egenskaber, herunder antageligt også livet i jorden, særligt hvis det tilføres jorden i større mængder. Ligeledes kan biokul binde næringsstoffer, og store mængder biokul vil potentielt kunne reducere plantetilgængeligheden af f.eks. kvælstof.

For at imødegå sådanne mulige effekter, anbefaler SEGES Innovation derfor at tilføre biokul i mindre mængder per hektar, f.eks. svarende til den mængde biokul, der kan produceres af halmen fra én hektar.

Referencer

EBC (2012-2023) European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar. Carbon Standards International (CSI), Frick, Switzerland. (european-biochar.org). **Version 10.3 from 5th Apr 2023.**

Elsgaard L., Adamsen S. A. P., Henrik B. Møller B. H., Winding A., Jørgensen U., Mortensen Ø. E., Arthur E., Abalos D., Andersen N. M., Thers H., Sørensen P., Dilnessa A. A. & Elofsson K. (2022). Knowledge synthesis on biochar in Danish agriculture. 166 pg. – DCA advisory report No. 208.

Shackley, S., Ruyschaert, G., Zwart, K., & Glaser, B. (Eds.). (2016). Biochar in European soils and agriculture: science and practice. Routledge.

BEK nr. 1001 af 27/06/2018 – Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål. [Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål](https://retsinformation.dk) (retsinformation.dk)

Buss, W., Graham, M. C., MacKinnon, G., & Mašek, O. (2016). Strategies for producing biochars with minimum PAH contamination. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 119, 24-30.

Godlewska, P., Ok, Y. S., & Oleszczuk, P. (2021). The dark side of black gold: Ecotoxicological aspects of biochar and biochar-amended soils. Journal of hazardous materials, 403, 123833.

EU-gødningsforordning (2019/1009) af 5. juni 2019. [CL2019R1009DA0020020.0001_cp 1.1](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj) (europa.eu)

Emneord

Jordbund

Klima

Organisk gødning

+1

Planter

Tema: Vejledninger om gødskning

På temasiden finder du generel viden om plantenæringsstoffer og om håndtering og anvendelse af handels- og husdyrgødning. På denne temaside er det gødningen, der er i fokus. Hvis du vil vide, hvordan de forskellige afgrøder gødskes, kan du læse om det i d...

Natur og vandmiljø

Tema: Klima og landbrug

Find den nyeste viden om klima og landbrug. Og få inspiration til, hvordan du som landmand kan påvirke udslippet af drivhusgasser og arbejde hen imod et klimaneutralt landbrug.

Publiceret: 09. oktober 2023

Opdateret: 28. november 2023

Vil du vide mere?



Rikke Lykke Eriksen

Konsulent, Klima

SEGES Innovation P/S

rlye@seges.dk

+45 2283 8507



Susi Lyngholm

Specialkonsulent, cand.hort.

SEGES Innovation P/S

sil@seges.dk

+45 2383 5520

Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES Innovation P/S	Tlf.	8740 5000
Agro Food Park 15	Fax.	8740 5010
8200 Aarhus N	Email	info@seges.dk