




Julius Kühn-Institut

Bundeforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Federal Research Centre for Cultivated Plants

Landwirtschaftliche und gartenbauliche Verwertung von biologischen Rest- und Abfallstoffen mittels hydrothermaler Verfahren

Dieter Felgentreu

Gliederung

- 
1. Warum Interesse an Biokohle?
 2. Biokohle – Was ist das?
 3. Herstellungsverfahren und ihr Vergleich
 4. CO₂-Zertifikate?
 5. Terra Preta
 6. Herstellung und Applikation
 7. Risiken beim Einsatz
 8. Zusammenfassung und Ausblick

Warum Interesse an Biokohle?

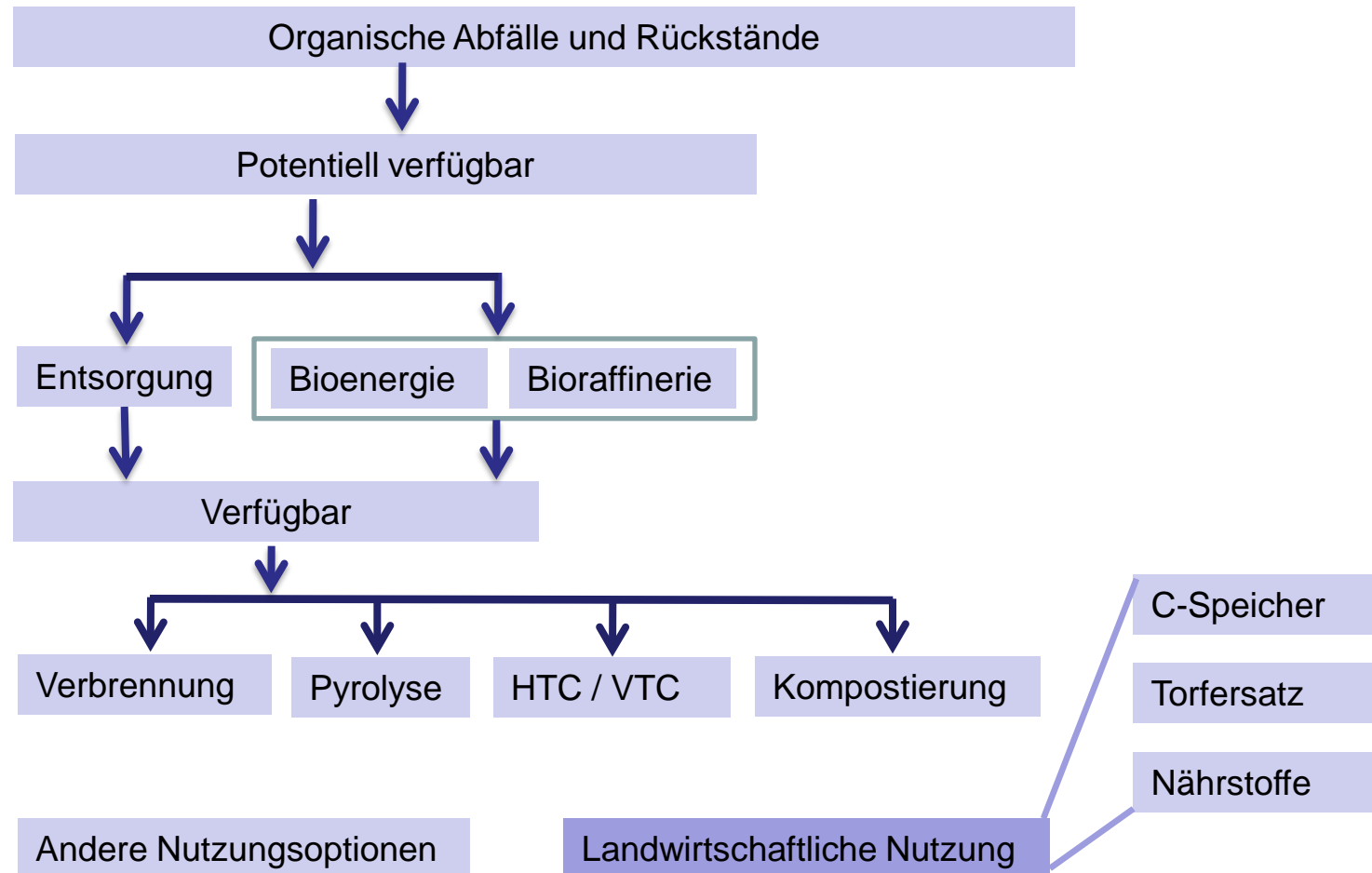
Auf Grund der CO₂-abhängigen Klimaerwärmung wird seit Jahrzehnten neben Maßnahmen der Energieeinsparung und der Energieerzeugung aus nicht-fossilen Energiequellen nach weiteren Optionen zur Reduktion des atmosphärischen CO₂-Gehaltes gesucht. Hier bietet die Sequestrierung durch Einlagerung von pyrogenen Kohlenstoff aus Biomasse in landwirtschaftlich genutzten Böden eine Alternative.

Bei der Pyrolyse wird im Gegensatz zur Verbrennung oder natürlichen Verrottung nur ein Teil des von der Biomasse aufgenommenen CO₂ wieder an die Atmosphäre abgegeben.

Der als Reststoff des Pyrolyseverfahrens anfallende pyrogene Kohlenstoff bietet wissenschaftlich und technisch noch unerschlossene Nutzungspotentiale. Durch die große Nährstoffspeicherkapazität der porösen pyrogenen Kohlenstoffpartikel und der hiermit herstellbaren Komponenten (Terra Preta) kann das schnelle Auswaschen der Nährstoffe aus dem hiermit gedüngten Boden verhindert und so die Bereitstellung pflanzenverfügbarer Nährstoffe verbessert werden.

BMELV-Richtlinie (12. Mai 2011) über die Förderung von Innovationen zur klimarelevanten landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Verwertung von biologischen Rest- und Abfallstoffen mittels hydrothermalen Verfahren im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung

Rohstoffsituation



Biokohle – Was ist das?

- Pyrolysekohle
- Pflanzenkohle
- HTC-Kohle
- VTC-Kohle
- Holzkohle

⇒ *Biochar; Charcoal; Char; black carbon*

Entscheidend ist die Qualität des Ausgangsmaterials und die Technik der unvollständigen Verbrennung

Herstellung von Biokohlen

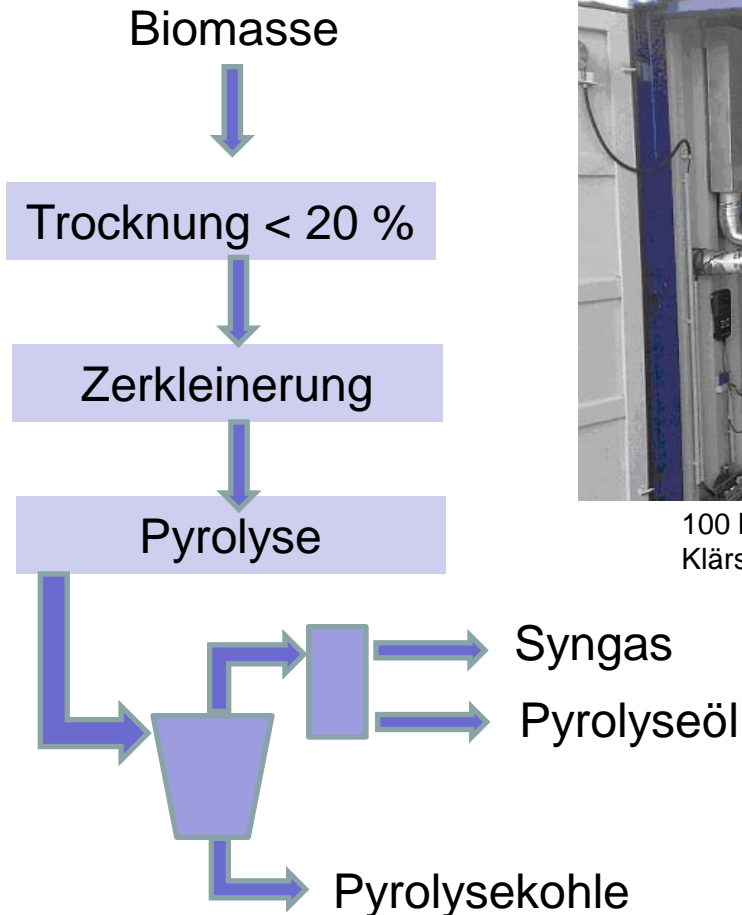
Die Verfahren zur Herstellung von „Biokohlen“ sind technisch ausgereift und mit Patenten abgesichert.

Den Carbonisierungsverfahren ist zu eigen, dass der natürliche Prozess der Kohlewerdung nachgeahmt wird.

Vorteil aller drei Methoden sind die prozessbedingten hohen Temperaturen, die keine Probleme bei der Entseuchung und Hygienisierung der eingespeisten Biomasse zulassen.

Pyrolyse

(vereinfachtes Schema)



100 kW PYREG Anlagenprototyp zur Klärschlamm- und Grünschnittentsorgung

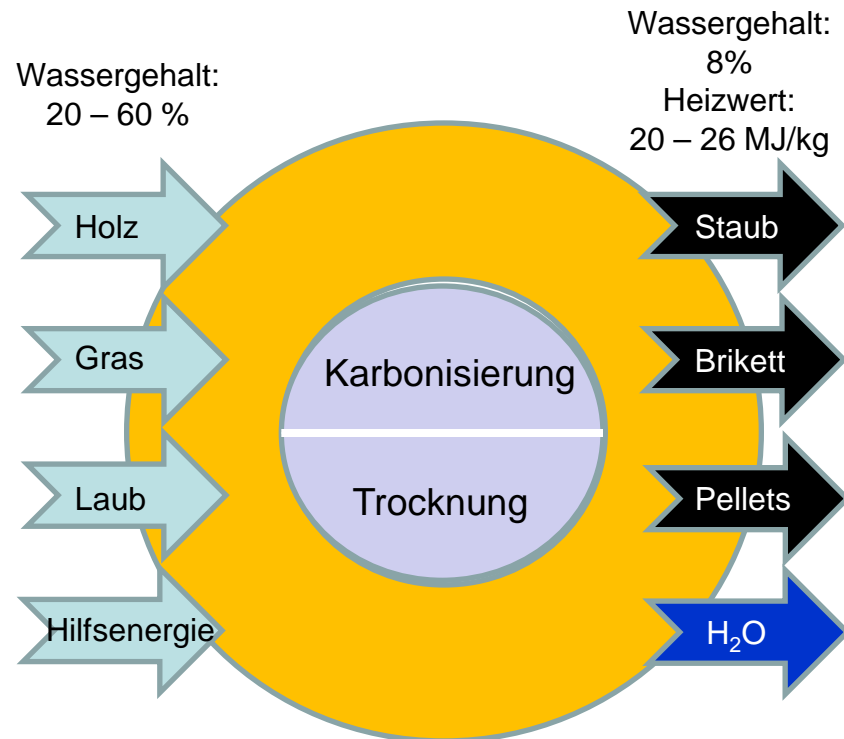
http://www.ithaka-journal.net/ithaka/wpForschung/g1/uploads//2008/12/biomasse_abb9.jpg

<http://www.biochar-international.org/sites/default/files/dyno-wguelph.jpg>



Hydrothermale Carbonisierung

(HTC – CarboREN-Verfahren)



<http://www.biochar-international.org/sites/default/files/foster-aglbevor.jpg>

Während der HTC werden u.a. Wasser und Kohlendioxid von der Biomasse abgespalten. Dadurch erhöht sich die Energiedichte signifikant und der Brennwert reicht in etwa an fossile Braunkohle sehr guter Qualität heran.

Vapothermale Carbonisierung

(VTC - Revatec-Verfahren)

Die Vapothermale Carbonisierung ähnelt der Hydrothermalen Carbonisierung sehr stark. Anders jedoch als bei der HTC findet die Reaktion bei der VTC nicht im Wasserbad, sondern in einer Dampfatosphäre statt.

- Die Aufheizzeiten wird durch den hochenergetischen Dampf (Temperatur: ca. 200 °C, Druck: ca. 20 bar) auf ein Minimum reduziert - der Carbonisierungszyklus verkürzt sich dadurch stark
- Die Abwassermengen werden reduziert und so die Abwasseraufbereitung erheblich vereinfacht
- Weiterhin kann ein kompletter Arbeitsschritt (mechanische Entwässerung) eingespart werden



<http://www.biochar-international.org/sites/default/files/best-australia.jpg>

Vergleich Technisches Verfahren

	Pyrolyse	HTC	VTC
Temperatur	400 – 650 °C	180 – 220 °C	180 – 220 °C
Feuchte	50 – 70 %	80 – 90 %	80 – 90 %
Druck	ND	10 – 25 bar	10 – 25 bar
Produkte	Biokohle/Öl/ Synthesegas	HTC-Kohle	VTC-Kohle
Emissionen	Abluft	Abluft / Abwasser	Abluft / Abwasser

Vergleich Eigenschaften

Eigenschaften Kohle/Substrat	Pyrolyse	HTC	VTC
Heizwerterhöhung	+++	++	++
Masseverlust	+++	++	++
Porosität	+++	+ (+)	+ (+)
Nährstoffgehalt	(+)	+	+ (+)
Salzgehalt	(+)	+	+ (+)
C-Stabilität	+++	+ (+)	+ (+)

CO₂-Zertifikate?

C-Sequestrierung ist der Netto-Transfer von CO₂ aus der Atmosphäre in einen langfristigen C-Pool durch biotische und abiotische Prozesse

- 1 Tonne Reststoff (20 % TS, 39 % C)
= $1000 * 0,2 * 0,39 = 39 \text{ kg C}$ oder 286 kg CO_2
- davon 70 % in Kohle $286 * 0,7 = 200 \text{ kg CO}_2$
- C-Speicherung $\text{Masse} * \text{Faktor}_{\text{Speicherung}}$
- Faktor = $0,0076 * t_{\text{Sequestrierung}}$ (für < 25 Jahre)
- Speicherung: $200 * 0,0076 * 25 = 38 \text{ kg CO}_2/\text{t}$
- CDM: 14 €/t CO_{2eq} für 1 t Reststoff
- Erlös aus CO₂-Handel wenn 25 Jahre stabil:

54 Cent pro Tonne Reststoff

Anwendungsperspektiven für Biokohle

- Nutzung von Biomasse zur Energie- (z. B. PYREG) und Wärmeerzeugung (Kopplung mit BHKW)
- Biokohle als technologisches Substrat (Ausgangsmaterial für Industrie; Kosmetika)
- Nutzung von Biokohle als C-Senke (C-Sequestrierung)
- Erzeugung fruchtbarer(er) Böden (Terra Preta Nova)

Terra Preta

Portugiesisch “*Terra preta do índio*” “**Indian black earth**”

2000 Jahre altes Bodenexperiment:

Ferralsol

mit
Terra Preta

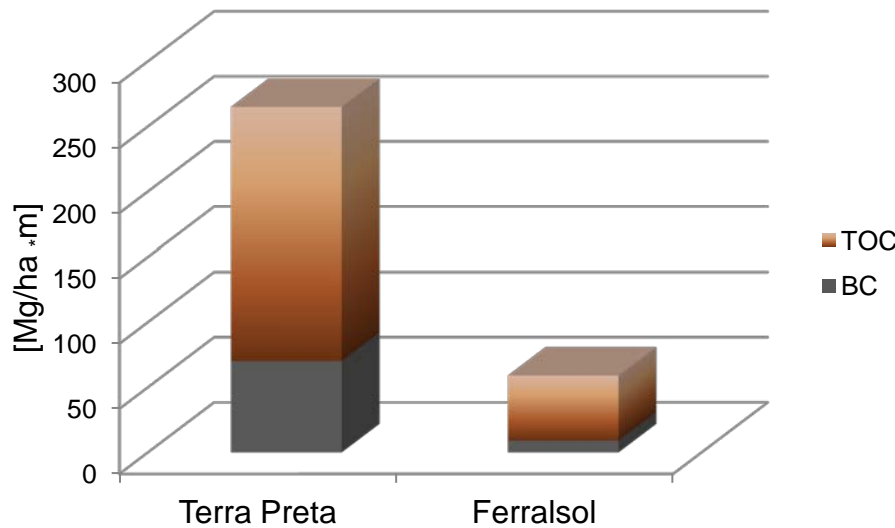


Mosaikartiges Auftreten
v.a. in Amazonien
1 – 350 ha (Mittel 20 ha)

Glaser et al. (2001);

Terra Preta wurde auch in
Equador, Peru,
Französisch-Guyana,
Benin, Liberia und in den
Savannen Südafrikas
gefunden.

Geheimnis der Terra Preta



BC = Black Carbon
TOC = Total organic carbon

Glaser et al. (2001)

*Alte Siedlungsböden, stabil
und fruchtbar,
Humusreich:*

*⇒ Bio-Char (Holzkohle aus
Feuerstellen)*

⇒ Organische Abfälle

⇒ Knochen

⇒ Exkreme

*⇒ Artefakte (Tonscherben,
Urnen)*

Herstellung von Terra Preta Nova

Unter Terra Preta versteht man eine Schwarzerde, die aus organischen Reststoffen der Region hergestellt werden kann (z. B. Komposte). Dem Substrat wird ferner Biokohle zugesetzt (10 – 20 %), die ebenfalls aus Reststoffen der Region durch unvollständige Verbrennung hergestellt oder zugekauft werden kann. Der Gehalt an Wasser liegt bei 25 %, das C/N-Verhältnis bei 15.

Qualität des Ausgangsmaterials für Biokohle-Herstellung:

- Ligninhaltiges Material (Holz, Äste, Grünschnitt, Stroh, Rapskuchen, gesammelte Spelzen) wird pyrolytisch bei Abwesenheit von Sauerstoff zu Biokohle umgewandelt
- Biomassereiche organische Materialien (tierische und Bio-Abfälle, Gülle, Knochen, Gärreste) werden vorwiegend hydrothermal carbonisiert.

Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit



Biochar + Manure

Chemical Fertilizer (DAP)

Applikation von Biokohle?



Biokohle-Verluste beim
Handling, Transport
und Applikation



*St-Francois-Xavier-de-
Brompton, QC Canada.
Photos by B. Husk.*

Aufbringung Biokohle- angereicherter Komposte



Photo by J. Hunt.

Risiken beim Einsatz

In der Biokohle sind (u.a. prozessbedingt) PAH`s, Schwermetalle, Dioxine, die nicht einer nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit dienen.

Die Keimrate von Pflanzensamen kann beeinträchtigt werden. Nach hohen Applikationsraten von Biokohle (> 67 t/ha) wurden negative Effekte auf die Überlebensrate von Regenwürmern beobachtet. Die letzten beiden Parameter haben wahrscheinlich mit der Erhöhung des pH-Wertes und des Salzgehaltes zu tun.

Nach Ausbringung der Biokohle kann es zu Geruchsbelästigungen kommen.

Langzeitverhalten, Verluste und Mobilität durch das Bodenprofil und in Oberflächen-/Grundwasser noch ungeklärt. Die einmal ausgebrachte "Biokohle" ist nur schwer entfernbar, die Stabilität durch langjährige Versuche noch nicht untermauert.

Zusammenfassung und Ausblick

- Rekultivierung degradierter Flächen
Sanierung und Inwertsetzung auf militärisch genutzten Konversionsflächen (Abbau von PAK`s und MKW`s)
- Herstellung „hochwertiger“ Kultursubstrate, Dünger- und Bodenverbesserungsmittel
 - Erhöhung des Kohlenstoff-Gehaltes und des Wasserrückhaltevermögens bei entsprechenden Böden
 - höhere Kationenaustauschkapazität (CEC: 40 – 80 cmol/kg)
Auswaschung von N und P wird verringert; Leaching von K erhöht.
- C-Sequestrierung

Zusammenfassung und Ausblick

- Direktes Ausbringen der Biokohle oder der Suspension (derzeit unwahrscheinlich)
- Mitkompostierung oder Aktivierung der Biokohle mit Nährstoffen
- Potentiell geeignet für Böden die
 - nährstoffarm sind
 - stark verdichtet
 - arm an Bodenkohlenstoff sind oder/und
 - geringe Wasserkapazität haben
- Abzüglich der Wärmeverluste stehen ca. 30% des Primärenergieinputs für eine Wärmeauskopplung zur Verfügung.
- Zur Zeit besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf zum Langzeitverhalten und ökotoxikologische Auswirkungen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit