

Biokohle als organischem Bodenverbesserungsmittel

An
Gesellschaft für Ressourcenschutz
Prinzenstraße 4
37073 Göttingen

Arbaz, 11. März 2011

Betrifft: Regelung des Einsatzes von Biokohle in der Landwirtschaft

Biokohle ist ein kohlenstoffreicher Feststoff, der durch Erhitzung von Biomasse in sauerstoffarmer Umgebung (Pyrolyse) erzeugt wird und für den Einsatz als Bodenverbesserer vorgesehen ist. Die Pyrolyse der Biomassen findet bei Temperaturen von mindestens 350°C und höchstens 900°C statt. Torrefaktion, Hydrothermale Karbonisierung und Verkokung sind weitere Verkohlungsprozesse, deren Endprodukte jedoch nicht als Biokohle bezeichnet werden können und hinsichtlich eines Bodeneinsatzes gesondert betrachtet werden müssen.

Pyrolytische Kohlen, die nicht aus naturreinen Biomassen oder unter ungenügend gesteuerten Prozessparametern hergestellt wurden, werden als Pyrokohlen bezeichnet und sollten nicht als Bodenhilfsstoff eingesetzt werden. Eine genauere Definition der Biokohle erfolgt weiter unten.

Biokohle als Bodenverbesserer - Forschungsstand

Biokohlen werden seit vielen Jahrhunderten als Bodenverbesserungsmittel eingesetzt [Lehmann 2009]. Doch während in Japan sowie in vereinzelten ostasiatischen und südamerikanischen Gebieten der Einsatz von Biokohle Teil der agronomischen Praxis blieb [Ogawa 2010], geriet die Biokohle in Europa am Anfang des 20ten Jahrhunderts weitestgehend in Vergessenheit. Erst durch die Problematik der Klimaerwärmung hat die Wissenschaft im letzten Jahrzehnt die

Biokohle als mögliche Methode zur Verringerung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wiederentdeckt und damit auch neue Impulse für die Untersuchung der Biokohle als Bodenverbesserer gegeben.

Zahlreiche Studien der letzten 10 Jahre zeigen, dass Biokohle unter den meisten untersuchten Bedingungen die Bodenfruchtbarkeit steigert [Lehmann 2009, Glaser 2001] und die Wasserspeicherfähigkeit der entsprechenden Flächen verbessert [Lehmann 2007, Kuzyakov 2009]. Aufgrund der hohen spezifischen Oberfläche (50 – 300 m²/g) und der Porosität der Biokohle, wächst die Adsorptionsfähigkeit für Wasser und für Nährstoffe [Lehmann 2009, Glaser 2001, Pichler 2010]. Die Nährstoffdynamik wird optimiert [Yin Chan 2009]. Die mikrobielle Aktivität der Böden wird erhöht und der Humusaufbau gefördert [Thies 2009, Steinbeiss 2009]. Die Fixierung von Schwermetallen und Pestiziden wird ebenso wie die Stabilisierung der organischen Materie verbessert [Hilber 2009, Smernik 2009]. Der Ausstoß von klimaschädlichen Gasen wird verringert [Van Zwieten 2009]. Dank dieser vielfältigen positiven Eigenschaften gilt die Verwendung von Biokohle als eine vielversprechende Möglichkeit für eine nachhaltige Bodenverbesserung. Keine der bisher veröffentlichten Studien hat eine Bodenschädigung durch den Einsatz von Biokohle nachweisen können [Sammelstudie: Joseph et al 2010]. Angesichts der in allen Studien nachgewiesenen Erhöhung der biologischen Aktivität nach Zugabe von Biokohle lässt sich auf ein vergleichsweise geringes Gefahrenpotential schließen.

Einsatzmengen

Biokohle wird in der Regel nur einmalig eingesetzt, um die physikalische und organische Bodenstruktur zu verbessern. Die dafür notwendigen Mengen schwanken je nach Boden und Kulturart. Nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Konsens wird eine Menge von 10 – 20 t Biokohle pro Hektar für den einmaligen Einsatz empfohlen. In wissenschaftlichen Versuchen wurden bedeutend höhere Einsatzmengen pro Hektar untersucht (bis 140 t /ha), ohne Schädigungen für Boden und Kultur nachweisen zu können. Trotzdem sollten aus Gründen der Risikominimierung zu hohe Mengen vermieden werden.

Nährstoffbilanz und Auswaschung

Biokohle besteht überwiegend aus mineralisiertem Kohlenstoff (>50%), der je nach vorherrschenden Bedingungen 1000 bis 2000 Jahre im Boden stabil bleibt und weder abgebaut noch ausgewaschen wird (Cheng 2008, Lehmann 2009). Biokohle enthält zudem die meisten Mineralstoffe, die auch in der

ursprünglichen, pyrolysierten Biomasse enthalten waren. Aufgrund der hohen Sorptionskraft der Biokohle, sind diese allerdings nur sehr bedingt pflanzenverfügbar. So sind nach Yin Chan (2009) je nach Kohle und Biomasse nur etwa 1% des enthaltenen Stickstoffs und rund 15% des Phosphors überhaupt pflanzenverfügbar. Die eigentliche Düngewirkung der Biokohle ist daher äußerst gering. Die häufig verzeichnete Zunahme des Biomassewachstums nach dem Einsatz von Biokohle ist auf deren physikalischen und bio-chemischen Bodenverbesserung, nicht auf deren mineralische Düngewirkung zurückzuführen.

Biokohle verlangsamt deutlich die Auswaschung sowohl von Nährstoffen als auch von Schwermetallen [Lehmann 2009, Smernik 2009].

Wie von DeLuca et al (2009) gezeigt wurde, wird durch die Anwesenheit von Biokohle im Boden die Auswaschung von Phosphaten (siehe Grafik) und Nitraten deutlich reduziert.

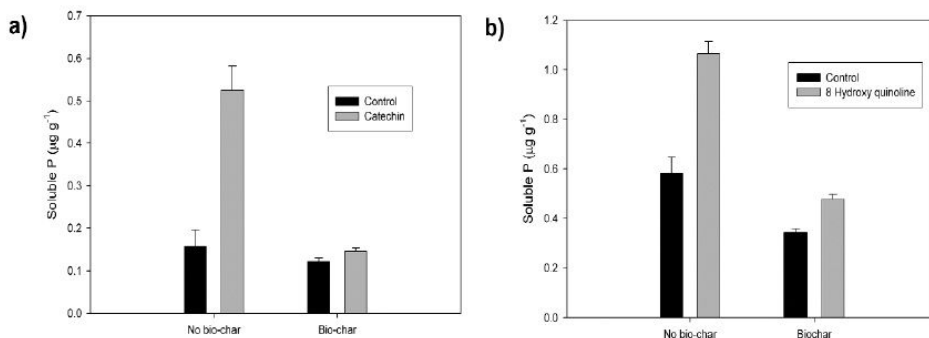


Figure 14.4 Soluble P leached from columns filled with (a) calcareous soil (pH = 8) amended with catechin alone or with biochar; or (b) acid and Al-rich soil (pH = 6) amended with 8-hydroxy quinoline alone or with biochar

(Grafik: DeLuca (2009))

Die Gefahr, dass Pflanzennährstoffe ins Grundwasser oder sonstige Gewässer ausgewaschen werden, wird somit durch den Einsatz von Biokohle reduziert

Ausbringung

Wird Biokohle pur in den Boden eingebracht, kann es aufgrund ihrer hohen Sorptionseigenschaften zur Blockierung von Nährstoffen im Boden kommen. Aus diesem Grund sollte Biokohle stets in Mischung mit Kompost oder anderen organischen Bodenhilfsstoffen bzw. Düngern eingesetzt werden. Biokohle könnte demnach auch als Komposthilfsstoff betrachtet und zugelassen werden. Der

Zuschlag von Biokohle zum Kompost erhöht dessen Nährstoffeffizienz und reduziert die Emission von Klimagasen (Steiner 2009).

Zulassungsbedingungen:

Für die Zulassung von Biokohle als Bodenhilfsstoff (bzw. Kompostzuschlagsmittel oder Dünger) sollten mindestens folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

A. Ausgangsmaterialien für die Herstellung von Biokohle

1. Organische Reststoffe ohne toxische Belastungen durch Schwermetalle, Farbstoffe, Lösungsmittel oder andere chemische Stoffe. Die saubere Trennung von nichtorganischen Abfällen wie Plaste, Gummi, Elektronikschrott etc. muss gewährleistet sein. Als verwendbare Biomassen gelten alle auf der aktuellen „*Positivliste der Ausgangsmaterialien und Zuschlagstoffe zur Herstellung von Komposten und Gärgut*“ geführten Biomassen.

B. Eigenschaften der Biokohle

Die folgenden Werte gelten jeweils für identische Chargen (gleiche Biomassen und gleiche Prozessparameter). Sie sollten für jede Charge je einmal, mindestens aber alle 6 Monate ermittelt werden.

1. C-Gehalt > 50 % [*Der Kohlenstoffgehalt von Pyrokohlen schwankt je nach verwendeter Biomasse und Prozesstemperatur zwischen 25 und 95 %. (z.B.: Hühnermist: 26%, Buchenholz: 86%). Bei sehr mineralreichen Biomassen wie Viehmist überwiegt im Pyrolyseprodukt der Aschegehalt, entsprechend fallen diese Produkte unter die Kategorie von Aschen mit mehr oder weniger hohem Anteil an Biokohle.*]
2. Schwermetallgehalt nach Bodenverordnung. Grenzwerte in g/t
Trockensubstanz: Pb < 120g; Cd < 1g; Cr < 100g; Cu < 100g; Ni < 30g; Hg < 1g; Zn < 400g [*Wie im Falle der Kompostierung bleibt auch bei der Pyrolyse fast die gesamte Menge an Schwermetallen der ursprünglich verwendeten Biomasse im Endsubstrat erhalten. Allerdings werden die Schwermetalle sehr effizient von der Biokohle fixiert und langfristig blockiert. Wie dauerhaft diese Blockierung ist, kann jedoch bisher nicht sicher angegeben werden. Da Biokohle anders als Kompost nur einmalig (bzw. mehrfach bis zu einer maximalen Endkonzentration) in den Boden eingebracht wird, lässt sich eine toxische Akkumulierung der*

Schwermetalle ausschließen. Trotzdem sollten die gleichen Grenzwerte für Schwermetallgehalte wie für Kompost gelten.]

3. Nährstoffgehalte. Es sollten eine Analyse der Nährstoffgehalte der Biokohle vorliegen.

Zusammenfassung

Die Anwendung von Biokohle in der Landwirtschaft hat das Potential die physikalischen, chemischen und biologischen Bodenbedingungen zu verbessern. Der Einsatz von Biokohle könnte die Bodenfruchtbarkeit steigern, die Düngemittelkosten senken, die Treibhausgasemissionen landwirtschaftlich genutzter Böden reduzieren, die Wasserversorgung der Pflanzen auch in längeren Trockenperioden stabilisieren und nachhaltig Kohlenstoff im Boden sequestrieren. Die Biokohle reduziert die Nährstoffauswaschung und fixiert eventuell vorhandene Bodenschadstoffe.

Biokohle verbessert die Bodenbedingungen und die Nährstoffdynamik ist aber selbst keine Düngemittel. Die Mineralien, die in der Biokohle enthalten sind, sind nur sehr bedingt pflanzenverfügbar. Diese Mineralien werden effizient von der Kohle fixiert, so dass im Vergleich zu Düngemitteln nur sehr geringe Auswaschungsraten vorliegen.

Im biologischen Anbau sollte Biokohle möglichst als Bodenhilfsstoff oder als Kompostzuschlagsmittel zugelassen werden.

Bei Bedarf kann das Delinat-Institut ein ausführliches Gutachten für den Zulassungsprozess ausarbeiten.

Literatur

Brodowski S, John B, Flessa H & Amelung W (2006): Aggregate-occluded black carbon in soil. *European Journal of Soil Science* 57, 539-546.

Bucheli, T.D., Blum, F., Desaulles, A., Gustafsson, Ö. (2004): *Polycyclic aromatic hydrocarbons, black carbon, and molecular markers in soils of Switzerland*. *Chemosphere* 56, 1061-1076.

Cheng C-H, Lehmann J, Thies JE & Burton SD (2008): Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. *Journal of Geophysical Research* 113, doi:10.1029/2007.

DeLuca TH, Derek M, MacKenzie, Gundale M (2009): *Biochar Effects on Soil Nutrient Transformation* In: Biochar for environmental management - science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). *earthscan*, London 251-265.

Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, Zech W (2001): *The 'terra preta' phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics*. *Naturwissenschaften* 88, 37-41.

Jonker M.T.O., Koelmans A.A. (2002): *Extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from soot and sediment: solvent evaluation and implications for sorption mechanisms*. *Environ. Sci. Technol.* 36, 4107-4113.

Joseph S.D. et al (2010): *An investigation into the reaction of biochar in soil*, In: *Australian Journal of Soil Research* Volume 48, S. 501 – 516

Kammann 2010 *Biotoxizität verschiedener Biokohlen*, eingereicht

Kaszozi GN, Zimmerman AR, Nkedi-Kizza P, Bin Gao (2010): *Catechol and Humic Acid Sorption onto a Range of Laboratory-Produced Black Carbons (Biochars)*, *Environmental Science & Technology* 44 (16), 6189-6195

Kuzyakov Y, Subbotina I, Chen H, Bogomolova I, Xu X (2009): *Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by ¹⁴C labeling*. *Soil Biology & Biochemistry* 41, 210-219.

Lehmann J, Czimczik C, Laird D, Sohi S (2009): *Stability of biochar in soil*. In: *Biochar for environmental management - science and technology*, Lehmann J, Joseph S (Eds). *earthscan*, London 183-205.

Lehmann J (2007): *Bio-energy in the black*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(7), 381-387.

Lehmann J (2003): *Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments*, *Plant and Soil* 249: 343–357.

Lehmann J, Joseph S (2009): *What is Biochar* In: *Biochar for environmental management - science and technology*, Lehmann J, Joseph S (Eds). *earthscan*, London 183-205.

Ogawa M, Okimori Y (2010): *Pioneering works in biochar research*, Japan In: *Australian Journal of Soil Research* Volume 48, S. 489 – 500

Pichler B (2010): *Biokohle in Weinbergböden*, *Ithaka-Journal für Biodiversität*, ISSN 1663-0521

Schmidt, HP (2009) *Biokohle im Weinbau*, *Ithaka-Journal für Biodiversität*, ISSN 1663-0521

Schmidt M. W. I., Noack A. G. (2000): *Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges*. *Global Biogeochemical Cycles* 14, 777-794

Steiner C, Das KC, Melear N, Lakly D *Reducing Nitrogen Loss during Poultry Litter Composting Using Biochar*, J. Environ. Qual., doi:10.2134/jeq (2009)

Steinbeiss S, Gleixner G, Antonietti M (2009): *Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity*. Soil Biology and Biochemistry 41(6), 1301-1310.

Thies Je, Rillig Mc (2009): *Characteristics of biochar: Biological properties*. In: Biochar for environmental management: Science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). Earthscan, London, U.K. 85-105.

Van Zwieten L, Singh B, Joseph S, Kimber S, Cowie A, Chan Ky (2009): *Biochar and emissions of non-CO₂ greenhouse gases from soil*. In: Biochar for environmental management - science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 227-249.

Yin Chan K, Hiu Xu Z (2009): *Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement*. In: Biochar for environmental management - science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 227-249.