

Tagungsbeitrag zu: Lebensraum Boden
Tagung Kommission III „Bodenbiologie und
Bodenökologie“ der Deutschen Boden-
kundlichen Gesellschaft, 20.09.-21.09.2012
in Stuttgart-Hohenheim
Berichte der DBG (nicht begutachtete online
Publikation)
<http://dbges.de>

Beobachtungen zur Wirkung von Pflanzenkohlen auf die Bodenbiologie auf Basis der Regenwurmaktivität im Feldversuch und *in vitro*

Carola Luise Holweg¹

ZUSAMMENFASSUNG

Die Umweltverträglichkeit von Pflanzenkohle als potentieller Bodenhilfsstoff wurde unter anderem anhand von Regenwürmern untersucht. Um die Reaktion von Regenwürmern auf Pflanzenkohlen und Düngergaben direkt am Ackerstandort zu beurteilen wurde eine Schnellmethode entwickelt, bei der Losungsspuren als Indikator für die Akzeptanz des Prüfstoffs dienen. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Losungshäufigkeit bei unbehandelter, feuchter HTC-Kohle (=hydrothermale Carbonisierung) auf die Hälfte zurückging. Gleichzeitiges Aufbringen von Kompost oder Gärrest brachte keine Änderung des Zustands, der für viele Monate anhielt. Dagegen konnten negative Einflüsse bei pyrolytischer Kohle durch organische Beigaben kompensiert werden. Wiederholte Aufnahmen der Versuchsflächen ein Jahr später zeigten, dass das Normalniveau überall wieder erreicht war. Zusätzlich zeigte ein *in vitro* Test mit Kompostwürmern eine Vorzugsreaktion gegenüber normalem Kompost, wenn dieser mit Pflanzenkohle ko-kompostiert wurde.

Für die Zählung von Losungsspuren erwies sich die Methode als einfach in der Anwendung bei gleichzeitig gutem Aussagegehalt.

SCHLÜSSELWORTE: Pflanzenkohle, Biokohle, Terra preta, Regenwurm, Kompost

¹Nachhaltigkeits-Projekte Dr. Carola Holweg,
Alte Str. 13, 79249 Merzhausen
mail@carola-holweg.de

EINLEITUNG

Erklärungsmodelle für die hohe Fruchtbarkeit von Terra preta Böden messen Holzkohle eine zentrale Rolle bei. Darauf aufbauend versucht die derzeitige Forschung, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Bio- oder Pflanzenkohle (engl. biochar) auch für andere Klimate und Böden aufzuklären. Damit negative Folgen für die Umwelt ausgeschlossen werden können, ist es unter anderem wichtig, Veränderungen der Bodenbiologie zu betrachten. Hierfür eignen sich insbesondere Regenwürmer, da sie sehr sensitiv auf veränderte Umweltbedingungen reagieren und gleichzeitig einer hohen trophischen Ebene angehören. Als Organismen, die in hohem Maß dazu beitragen, wichtige Bodenfunktionen zu erhalten, bieten sie sich als guter Indikator für Veränderungen der Bodenqualität an. Da eine mehrdimensionale Betrachtung von Regenwürmern (z.B. auf Populationsebene mit Unterscheidung ökologischer Gruppen) zum Test solcher Prüfstoffe auf Feldstandorten oft aus finanziellen Gründen nicht in Erwägung gezogen wird, sind einfachere und schnelle Methoden gefragt. Der Kurzbericht zeigt die Anwendbarkeit einer schnellen Zählmethode zur flächenbezogenen Aufnahme von Wurmspuren beispielhaft an einem Ackerstandort.

MATERIAL UND METHODEN

Herkunft Pflanzenkohlen und Feldtests

HTC-BT: Biertreber verkohlt mittels hydrothermaler Carbonisierung (AVA-CO₂), Pyro-Kohle: Siebreste eines Hackschnitzelwerkes verkohlt mittels Pyrolyse (PYREG). Einsatz von Pyro-Kohle und frischer HTC-BT-Kohle (TS 44 %) zu je 20 t pro ha auf Versuchsflächen im April 2011 mit anschließender Maiskultur (Boden uL, Aussaat Mitte Mai). Weitere Varianten waren gleichzeitiges Aufbringen von 20 t/ha Kompost (FM) beziehungsweise Gärrest (Mischvergärung aus Mais, Roggen, Gras), sowie mineralische Düngung, Kompost ohne Kohle und eine Nullfläche. Pro Variante wurden 4 Parzellenwiederholungen von je 3 m x 4 m angelegt.

Auszählmethode Regenwurmlösungen

Ein quadratischer Holzrahmen mit Innenkantenlängen von 32 cm x 32 cm wurde mit

einer Fadenbespannung in 64 Felder unterteilt (Abb.1). Der Rahmen mit 0,1 m² Fläche wurde in jeder Parzelle 5 Mal im Abstand von ca. 30 cm aufgelegt, den Maisreihen bzw. Fahrinnen entlangehend (Abb. 2). Gezählt wurden Wurmlosungen unabhängig davon, ob sie ganz oder nur teilweise im darüber liegenden Fadensichtfeld lagen. Da dies in einigen Fällen zu Mehrfachzählungen führt, überschätzt die Methode die tatsächliche Zahl geringfügig. Durch den systematischen Bezug zur Kontrolle bleibt der Aussagegehalt für die Fragestellung jedoch unberührt. Da die Bodenfeuchte die Regenwurmaktivität stark beeinflusst, wurde bei der Aufnahme auf gleiche Feuchteverhältnisse des Bodens geachtet. Entlang der Fahrinnen der Saatmaschine war diese auch im Sommer meist homogen, nur gelegentlich musste bei deutlich trockeneren Stellen auf eine andere Fahrrinne ausgewichen oder die Stichprobe verkleinert werden (Abb. 3, letzter Wert). Ansonsten wurde die einmal gewählte Spur in jeder Parzelle beibehalten.



Abb. 1. Aufnahmerahmen (0,1 m², 64 Felder)

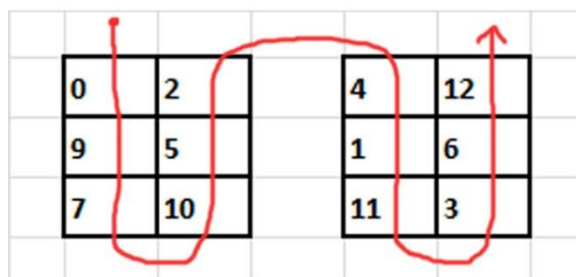


Abb.2 Schematische Darstellung des Versuchsfeldes (Ausschnitt): die Schlangelinie markiert den Aufnahmeweg der Zählmethode durch die einzelnen Parzellen

Die Aufnahmen wurden im Juli 2011 und 2012 durchgeführt, d.h. 2,5 und 15 Monate nach Ausbringung der Pflanzenkohlen. Mittelwerte wurden mit einem t-Test verglichen und mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % auf signifikante Unterschiede geprüft.

Ko-Kompostierung und *in vitro* Tests

Grünschnitt wurde ab Januar 2012 für 6 Monate in einer 20 m³ Miete zusammen mit 10 Vol. % Pyro-Kohle ko-kompostiert (Kontrolle: normale Grünschnittkompostierung ohne Kohle). Kontinuierliche Temperaturmessungen stellten eine ausreichende Hygienisierung sicher. Am Ende der Rotte wurden Proben sowohl aus der Ko-Kompostierung als auch der üblichen Kompostmiete für *in vitro* Regenwurmvermeidungstests verwendet (ISO 17512-1; Ref. 1). Hierzu wurden die Komposte in LUFA 2.2 Standardboden eingemischt (Gewichtsverhältnis 1:5). Die Mischung wurde nach 1 Tag in gegenüberliegende Gefäßhälften gefüllt (5 Wiederholungen) und die Ausweichbewegung von je 10 aufgelegten Kompostwürmern (*Eisenia foetida*) nach 24 h festgestellt (Mittelwertvergleich mit t-Test bei P = 95 %).

ERGEBNISSE

Bei ersten Aufnahmen von Wurmlosungen im Juli 2011 (2,5 Monate nach Ausbringung der Pflanzenkohlen) zeigten sich deutliche Abweichungen zwischen den Behandlungsvarianten (Abb. 3, dunkle Balken). Während unbehandelte Flächen und Flächen mit Mineraldünger sowie Kompost gleich viele Wurmlosungen aufwiesen (im Mittel 35 Losungen pro 0,1 m²), war die Zahl auf allen drei HTC-Kohlevarianten auf etwa zwei Drittel reduziert. Pyrolytische Kohle hatte in purer Anwendung einen ähnlich negativen Einfluss. Unter Mischbedingungen mit organischem Material jedoch waren keine signifikanten Unterschiede zur Nullfläche und mineralischer Düngung erkennbar beziehungsweise übertrafen diese in einer ausnehmend feuchten Parzelle (s. Legende Abb. 3). Wurden die Messungen 1 Jahr später wiederholt (wiederum unter Mais), waren sämtliche Unterschiede zur Kontrolle verschwunden und die mittlere Anzahl der Wurmlosungen bei allen Behandlungen gleich (Abb. 3, helle Balken).

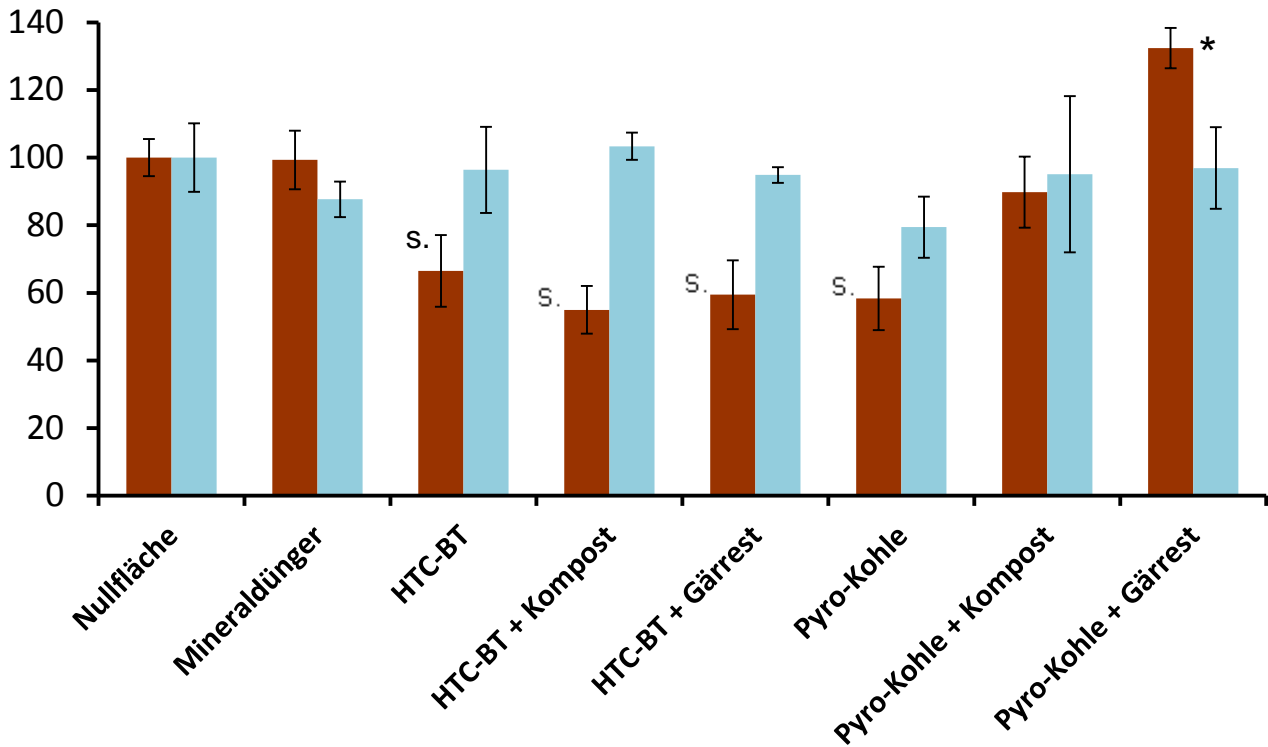


Abb. 3. Häufigkeit von Regenwurmlosungen auf Versuchspartellen nach 2,5 Monaten (dunkle Balken) beziehungsweise 15 Monaten (helle Balken) in Prozent der Nullfläche s. = signifikanter Unterschied zur jeweiligen Kontrolle. *wegen zu großer Bodentrockenheit von drei Partellen, konnte nur eine ausgewertet werden; die hohe Losungszahl könnte mit dem besonders günstigen Feuchtegrad in dieser Eckpartelle zusammenhängen, die stark vom umliegenden, älteren Maisbestand beschattet war

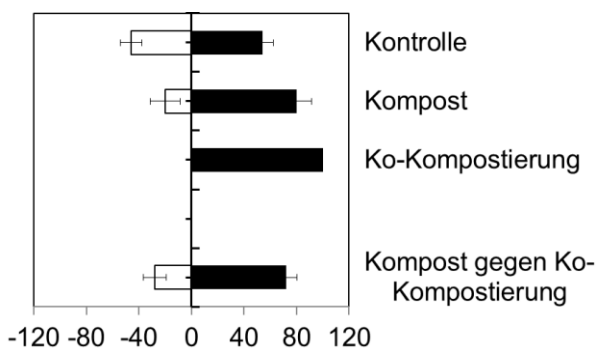


Abb. 4. Regenwurmfluchttest: Positivreaktion nach rechts (schwarz), Negativreaktion nach links (weiß). Untere Balken: Kompostseite lag direkt gegenüber der Ko-Kompostierung

Die Ko-Kompostierung von Pyro-Kohle mit Grünschnitt wurde aus mehreren Gründen durchgeführt: einerseits, um den Einfluss der Verrottung auf die Kohlewirkung zu testen, andererseits um Fragen der Anwendungstechnik zu klären.

Im *in vitro* Test zeigten die Würmer eine deutlich positive Reaktion auf das ko-kompostierte Material (Abb. 4). Gegenüber

dem normalen Kompost erschien die Ko-Kompostierung sogar attraktiver.

DISKUSSION und FOLGERUNGEN

Zunächst ist festzuhalten, dass sich das getestete Auszählverfahren für die gegebenen Versuchsfächen gut eignete, um einen ersten Einblick in Anwendungseffekte auf einen wichtigen bodenbiologischen Parameter zu erhalten. Die Methode zeichnet sich, ähnlich zu der von H.-C. Fründ vorgeschlagenen Spurenerfassung (Ref. 2), durch Schnelligkeit und geringem finanziellen Aufwand aus. Das hier vorgestellte Verfahren eignet sich darüber hinaus auch für kleinflächige Versuchspartellen und aufgrund der linearen Legetechnik auch für bewachsene Kulturen bei geeigneter Pflanzendecke beziehungsweise genügend weitem Standraum. Die Aussagemöglichkeit ist jedoch auf den oberen Boden beschränkt, da die Erfassung der Regenwürmer hinsichtlich ökologischer Gruppen Grabungen voraussetzen würde.

Aufgrund der empfindlichen Reaktion von Regenwürmern auf wechselnde Bodenfeuchte (Ref. 3) ist empfehlenswert, die Stichprobenaufnahme auf gleichmäßige Bodenfeuchte auszurichten, da diese kleinstandörtlich unterschiedlich sein kann.

Anhand der beobachteten Reizantworten bei Regenwürmern auf Kohle kann gesagt werden, dass sich der anfänglich negative Einfluss von HTC-Kohle weder durch die gleichzeitige Gabe von Kompost noch Gärrest verbessern lässt. Bei Pyro-Kohle war dies jedoch möglich, sodass der Schluss nahe liegt, dass durch Beimischung von organischem Material hier eine bessere biologische Verträglichkeit erreicht werden kann. Aus *in vitro* Regenwurmfluchttests wurde ersichtlich, dass der positive Effekt sogar noch gesteigert werden, wenn Pyro-Kohle schon zu Beginn einer Verrottung von Grünschnitt beigelegt wird. Nach ausreichender Klärung weiterer Fragen zur Umweltverträglichkeit von Pflanzenkohlen wäre dieser Schritt gut in ein reguläres Verrottungsverfahren an Kompostierplätzen zu integrieren. Die Ko-Kompostierung bringt zudem Vorteile für die Ausbringungstechnik. Durch die Vernetzung der Kohlepartikel mit organischem Material ist die Gefahr von Kohlestaubverwehungen und Oberflächen-erosion geringer als beim Aufbringen loser Pyro-Kohle. Auch für die Ausbringung erwies sich ein herkömmlicher Kompoststreuer als problemlos anwendbar.

Ein Rückzug von Regenwürmern aus Ackerflächen kann über einen längeren Zeitraum Einschränkungen der Bodenfunktionen nach sich ziehen (Ref. 4). Für HTC-Kohlen wurden zunächst starke Vermeidungsreaktionen beobachtet, was sehr wahrscheinlich auf ihren hohen Anteil Prozesswasser und den darin enthaltenen organischen Verbindungen (organische Säuren, Phenole und Alkohole etc.) zurückgeht (Ref. 5). Dass sich der negative Effekt im Vergleich zu den „Positivflächen“ (Kontrolle, mineralischem Dünger oder Kompost alleine) nach einjähriger Lagerzeit im Boden verflüchtigt hatte, weist auf einen Abbau oder eine Abdrift von Störstoffen hin. Nach welcher Zeit dies genau eintritt und welche Prozesse hier eine Rolle spielen, ist unklar. Wie ein zweiter Ackerstandort (IS) zeigte, war das Aktivitätstief der betreffenden

Flächen auch nach 7 Monaten noch präsent, sodass der hemmende Einfluss unbehandelter Kohlen über die gesamte Vegetationsperiode und die zweite Hauptphase der Regenwürmer hinweg anhielt (Ref. 6). Der (ebenfalls nicht gezeigte) Rückgang der absoluten Losungsanzahl auf den Positivflächen (von 35 auf 20 Zählungen pro 0,1 m²) könnte eine natürliche Ursache haben, da Populationen und Aktivität von Regenwürmern von Jahr zu Jahr schwanken können. Aufgrund der Nähe der Parzellen zueinander sind versuchsbedingte Einflüsse jedoch nicht auszuschließen, was einer Ausstrahlung negativer Effekte über die gesamte Versuchsfläche gleichkäme. Dies wird derzeit durch Vergleichsaufnahmen in einer Nachbarkultur geprüft.

LITERATUR

- Ref. 1. Hund-Rinke, K., and H. Wiechering (2001) Earthworm avoidance test for soil assessments: An alternative for acute and reproduction tests. *J. Soils Sediments* 1:15–20. doi:10.1007/BF02986464
- Ref. 2. Fründ, H.-C. (2010) Verfahrensvorschlag bodenbiologische Standortindikation. Tagungsbeitrag zu: Gemeinsame Sitzung Kommission III DBG und Fachgruppe 4 Bundesverband Boden
- Ref. 3. Gerard, B.M. (1967): Factors affecting Earthworms in Pastures. *Journal of Animal Ecology* 36/1, 235-252
- Ref. 4. LUBW (2008) Auswirkungen des Klimawandels auf die Regenwürmer Baden-Württembergs. Literaturstudie zur Bedeutung von Regenwürmern und den möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Populationen der Regenwürmer, 64 S. (Internetausg. 2012)
- Ref. 5. Holweg, C., Kruse, A., and Mokry M. (2011) Short Term Effects of Biochars from Hydrothermal and Pyrolytic Carbonisation on Important Functions in Soils: Worm Activity and Plant Growth. Posterbeitrag European Biochar Symposium Halle 2011
- Ref. 6. Graff, O. (1953) Die Regenwürmer Deutschlands. Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenröde, 81 S.

Verbundforschungsprojekt CarboSolum:
BMELV Innovationsförderung aus dem Zweckvermögen der landwirtschaftlichen Rentenbank