

# Abstractband

Biochar Symposium 2010

08-09. Juli 2010

Universität Bayreuth, Geo, H8

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Bruno Glaser

Bodenbiogeochemie  
Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg  
von-Seckendorff-Platz 3  
D-06120 Halle

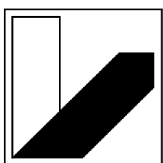


Organisation:

BayCEER  
Geschäftsstelle  
Universität Bayreuth  
D-95440 Bayreuth

Weitere Informationen:

<http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/biochar2010/>



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Bayceer

Bayreuther Zentrum für  
Ökologie und Umweltforschung

# Programm

| <b>Donnerstag, 08.07.2010</b> |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Zeit</b>                   | <b>H 8, GEO</b>  |
| 12 30                         |  |
| 13 00                         | <b>Registrierung</b>   |
| 15                            | <b>Begrüßung und Einführung</b>  |
| 45                            | <b>"Neueste wissenschaftliche Ergebnisse"</b>  |
| 14 00                         | Sitzungsleitung: Glaser, Bruno   |
|                               | <a href="#">V 1.1</a> : <b>Hans Jürgen Reents et al.</b> : Vorstudie über den Einfluss unterschiedlicher Biochar Mengen auf Bodeneigenschaften und Pflanzenwachstum in einem Gefäßversuch        |
| 05                            | <a href="#">V 1.2</a> : <b>Hardy Schulz et al.</b> : Potenzial von Biokohle und Kompost auf einem nährstoffarmen sommertrockenen Standort in Brandenburg   |
| 25                            | <a href="#">V 1.3</a> : <b>Daniel Fischer et al.</b> : Kompostierungsversuche mit Biokohle an der Universität Bayreuth   |
| 45                            | <a href="#">V 1.4</a> : <b>Claudia Kammann et al.</b> : Can Biochar or Hydrochar application to soils reduce N <sub>2</sub> O emissions from soils?  |
| 15 00                         |  |
| 05                            | <a href="#">V 1.5</a> : <b>Jürgen Kern et al.</b> : Minderung von Treibhausgasemissionen durch verschiedene Biokohlen  |
| 25                            | <a href="#">V 1.6</a> : <b>Daniela Busch</b> : Establishment of reproducible toxicity tests on various biochars from pyrolysis and HTC-biocoal (hydrochar) from hydrothermal carbonization (HTC) |
| 45                            |  |
| 16 00                         | <b>Kaffeepause</b>   |
| 15                            | <b>"Anwendung von Biochar in der Praxis"</b>   |
|                               | Sitzungsleitung: Glaser, Bruno   |
|                               | <a href="#">V 2.1</a> : <b>Haiko Pieplow</b> : Das Potenzial von Terra Preta und Biokohle  |
| 17 00                         | <a href="#">V 2.2</a> : <b>Gerald Dunst</b> : Biokohle als Teil einer Ökoregion  |
| 45                            | <a href="#">Exp 1</a> : <b>Peter Wieczorek</b> : Der Autoclave b.coal 2.0 im Praxisversuch   |
| 50                            | <b>Postersession und Diskussion bei Bier und Brezn</b>   |
| 18 00                         | <a href="#">Exp 3</a> : <b>Christa Roth</b> : Wieviele Bratwürste kann man bei der Herstellung von 30g Biokohle grillen? Demonstration von C-negativen Kochenergie-lösungen                      |
| 19 00                         |  |
| 30                            | <b>Gemeinsames Abendessen</b><br><b>Zur Sudpfanne</b><br><b>Transfer in die Stadt mit Shuttle-Bussen</b>   |

## Freitag, 09.07.2010

| Zeit  | H 8, GEO   |
|-------|--|
| 08 30 | <b>"Biochar-Technologien"</b>  |
| 09 00 | Sitzungsleitung: Dunst, Gerald   |
|       | <a href="#">V 3.1</a> : <b>Helmut Gerber</b> : Überblick Biokohle-Technologien   |
| 15    | <a href="#">V 3.2</a> : <b>Andrea Kruse</b> : Hydrothermale Karbonisierung von biogenen Reststoffen  |
| 35    | <a href="#">V 3.3</a> : <b>Jan Mumme</b> : Hydrothermale Carbonisierung des Gärrestes aus dem Biogasreaktor  |
| 55    | <a href="#">V 3.4</a> : <b>Bernd Weber et al.</b> : Entstehung von Kohle aus Biomasse im Temperaturbereich von   |
| 10 00 | 200 bis 400 °C   |
| 15    | <a href="#">Exp 2</a> : <b>Peter Wiczorek</b> : Praxisversuch Autoclave b.coal 2.0: Ergebnisse   |
| 20    | <b>Kaffeepause</b>   |
| 40    | <a href="#">V 3.5</a> : <b>Bernd Schottdorf</b> : Industrielle Produktion von Biochar  |
| 11 00 | <a href="#">V 3.6</a> : <b>Sebastian Meyer</b> : Technological, economical and ecological aspects of biochar production technologies : A literature review                                       |
| 20    | <b>Diskussion</b>  |
| 12 00 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Biokohle-Netzwerk</b></li> <li>• <b>Koordinierte Biokohle-Forschung</b></li> <li>• <b>Offene Fragen</b></li> <li>• <b>Handlungsbedarf</b></li> </ul> |
| 30    |  |
| 50    | <b>Zusammenfassung und Schlusswort</b>   |

## Vorträge

### 1 Neueste wissenschaftliche Ergebnisse

V 1.1 in *Neueste wissenschaftliche Ergebnisse*: H 8, GEO, 08.07.2010, 13:45-14:05

#### **Vorstudie über den Einfluss unterschiedlicher Biocharmengen auf Bodeneigenschaften und Pflanzenwachstum in einem Gefäßversuch**

HANS JÜRGEN REENTS<sup>1</sup>, KEN KOHLS<sup>1</sup>, EREZ BENNY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, TU München Weihenstephan

In einem Gefäßversuch wurden in 2 unterschiedlichen Böden 3 verschiedene Konzentrationen von Biochar eingemischt, kombiniert mit einer Zusatzdüngung über 6 Wochen inkubiert. Nach diesem Zeitraum wurde ein Teil des Bodens für Bodenanalysen abgeteilt und der Rest für einen Neubauer Versuch mit Roggenkeimlingen genutzt. Dargestellt werden die Ergebnisse aus diesem Versuch und sie sollen hinsichtlich der Anwendungsmengen für die Anwendungen mit Feld und Feldversuchen diskutiert werden.

## **Potenzial von Biokohle und Kompost auf einem nährstoffarmen sommertrockenen Standort in Brandenburg**

HARDY SCHULZ<sup>1</sup>, BRUNO GLASER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bodenphysik/ Bodenbiogeochemie, Universitaet Bayreuth/ Universitaet Halle

<sup>2</sup> Bodenbiogeochemie, MLU Halle-Wittenberg

Though nowadays net flux of carbon dioxide between agriculture and atmosphere is estimated to be approximately balanced, unsustainable agriculture caused the loss of about 50 Pg C (Paustian 1998; Lal 2004). It is nitrous oxide from fertilization and animal manure, accounting for about 90% of the agricultural emissions together with methane from paddy fields and animal (*Ruminantia*) husbandry (IPCC 2007). Summed up, agriculture is responsible for about 25% of the CO<sub>2</sub>, 50% of the CH<sub>4</sub> and 70% of the N<sub>2</sub>O accounting to the global anthropogenic emissions (Hutchinson 2007). In the ancient technique of *Terra preta do Indio* we have possibly found a tool for both mitigating climate change and sustainably increasing productivity of agriculture (Glaser 2007). Modern correspondents of this Amazonian phenomenon, where aboriginal cultures boosted soil productivity of highly weathered tropical soils mainly through the incorporation of charcoal into the soil body, are referred to as Biochar management systems (Novotny 2009, Glaser 2007, Özçimen 2004, Lehmann 2003). On a very poor sandy soil in eastern Brandenburg/ Germany we started a field trial in 2009 to examine the consequences of a Biochar management system on soil conditions and plant growth. On one hectare agricultural land we established five different set ups (including control, pure compost, Biochar+compost in three different ratios). Regular measurements of soil water conditions were conducted together with supply of soil nutrients and plant growth parameters for two growth periods (maize [*Zea mays* L.] and cowpea [*Vigna unguiculata* L.]). The effects of the Biochar-Compost-Mixes were diverse but significant results can nevertheless be presented.

## **Kompostierungsversuche mit Biokohle an der Universität Bayreuth**

DANIEL FISCHER<sup>1</sup>, GERALD DUNST<sup>2</sup>, BRUNO GLASER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Bodenphysik, Uni Bayreuth

<sup>2</sup> Ökoregion Kaindorf

<sup>3</sup> Bodenbiogeochemie, MLU Halle-Wittenberg

In vielen Publikationen wurde auf das Vorkommen von tiefgründig schwarzen Böden eingegangen. Ihr Auftreten in zahlreichen Arealen und Insel-Bereichen blieb viele Jahrzehnte lang ein unerwartetes und überraschendes Phänomen. Im Gegensatz zu den umliegenden Böden weisen nämlich diese als Terra Preta bezeichneten Böden eine sehr hohe, anhaltende Fruchtbarkeit mit einem exzellenten Nährstoff- und Wasserspeichervermögen auf. Durch die langjährige Forschungstätigkeit von Archäologen und Bodenkundlern gilt es heutzutage als erwiesen, dass dieser besondere Bodentyp auf einen anthropogenen, prä-kolumbischen Ursprung zurückzuführen ist. So vermutet man, dass die Ureinwohner des Amazonasgebietes Exkrememente, Pflanzen- und Tierreste sowie organisches Material zusammen mit Holzkohle (Biokohle) in den Boden eingebracht haben. Diese Wirtschaftsweise machte es ihnen über viele Jahrhunderte möglich, eine nachhaltige Form der Landwirtschaft mit einem geschlossenen Stoffkreislauf und einer hohen Produktivität zu betreiben. Die Anwendung von Biokohle stellte hierbei ein wesentliches Element bei der Entstehung dieser hoch produktiven und nachhaltig fruchtbaren Böden dar. Trotz intensiver Forschungsbemühungen ist es jedoch noch nicht gelungen, Terra Preta Böden zu reproduzieren. Obwohl von der Biokohle vielseitige bodenverbessernde Eigenschaften ausgehen, reicht ihr alleiniger Einsatz nicht aus, um tatsächlich die entscheidenden Bodenbildungsprozesse in Gang zu setzen, die zu den bekannten charakteristischen Eigenschaften von Terra Preta Böden führen. Weitere biologische, chemische und physikalische Faktoren scheinen hier ebenfalls von Belang zu sein. In diesem Zusammenhang beschäftigt sich die Biokohle-Forschungsgruppe an der Universität Bayreuth in Zusammenarbeit mit der Ökoregion Kaindorf intensiv mit der Frage, inwiefern sich durch eine Kombination von Biokohle und Kompost synergetische Effekte erzielen lassen, die:

1. zu einer Optimierung der Materialeigenschaften von Biokohle beitragen
2. den Wert von Kompostdünger steigern und ihr C-Sequestierungspotential in der Landnutzung durch stabile organische Kohlenstoffverbindungen (Black Carbon) verbessern
3. Konzepte zu nachhaltigen, effizienten und regionalen Kreislaufwirtschaftssystemen auf diese Weise ermöglichen und befördern

In dem Kurzvortrag werden hierzu einige aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt.

## **Can Biochar or Hydrochar application to soils reduce N<sub>2</sub>O emissions from soils?**

CLAUDIA KAMMANN<sup>1</sup>, DANIELA BUSCH<sup>1</sup>, SEBASTIAN LINSEL<sup>1</sup>, HANS-WERNER KOYRO<sup>1</sup>, LUDGER GRÜNHAGE<sup>1</sup>, CHRISTOPH MÜLLER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenökologie, Uni Gießen

When biochar is applied to soils it is crucial to quantify the subsequent fluxes of all greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>), because any positive C sequestration effect could be diminished, or even reversed, if the emissions of other potent greenhouse gases increase after biochar application. Neglecting N<sub>2</sub>O emissions may cause considerable misinterpretation of the real C- (i.e. CO<sub>2</sub>-equivalent) sink capacity of an ecosystem, be it agricultural (Crutzen et al., 2007) or semi-natural (Kammann et al., 2008). On the other hand, *if* N<sub>2</sub>O emissions are significantly reduced by biochar application, this would considerably improve the GHG balance of biochar-grown agricultural products. Rondon et al. (cited in Lehmann 2007) reported reduced N<sub>2</sub>O emissions after biochar application. Since then, more reports of reduced N<sub>2</sub>O emissions in the presence of biochar followed (Yanai et al., 2007; Spokas et al., 2009; van Zwieten et al., 2009). However, for hydrochar, a less recalcitrant product from a process called hydrothermal carbonization (HTC), no information is available. In our presentation we would like to show various results from soil incubations of different soils with biochar or hydrochar over several months, or with biochar in the presence of plants, e.g. under conditions that strongly favor denitrification. In all conducted experiments, biochar addition generally reduced the N<sub>2</sub>O emission sum compared to a non-biochar amended control, in particular after mineral-N addition. In one plant-soil experiment biochar reduced N<sub>2</sub>O emissions significantly better than the same amount (50 t/ha) of compost. Interestingly, CO<sub>2</sub> emissions (plant and soil respiration) were not increased with biochar although the plants were significantly larger (in two very different experiments), indicating that biochar was not mineralized. In soil incubations where the biochar-soil mixtures were set to identical water holding capacity values (e.g. 65% of WHC<sub>max</sub>) biochar significantly reduced N<sub>2</sub>O emissions. However, at very low N<sub>2</sub>O emission rates, N<sub>2</sub>O emissions were on some dates non-significantly higher with biochar. Hydrochar, in contrast, reduced N<sub>2</sub>O emissions during the first 4 weeks but tremendously stimulated N<sub>2</sub>O emissions later. The hydrochar-amended soil exhibited strong fungal growth (basidiomycetes) that were likely involved in hydrochar decomposition and N<sub>2</sub>O production. Subsequently, the CO<sub>2</sub> emissions in the hydrochar mixtures were several

hundred percent higher than in the un-amended control. Although it is premature to draw final conclusions it seems that biochar may be better suited to reduce GHG emissions than hydrochar. However, several more "GHG screening" experiments with various combinations (soil types, chars, and plants) and a sound process understanding are needed.

## **Minderung von Treibhausgasemissionen durch verschiedene Biokohlen**

JÜRGEN KERN<sup>1</sup>, JAN MUMME<sup>1</sup>, MAMADOU DIAKITE<sup>1</sup>, CHRISTIAN STEINBERG<sup>2</sup>, RALPH MENZEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

<sup>2</sup> Humboldt-Universität zu Berlin

Kohlenstoffreiche Böden und verschiedene Biokohletypen wurden mit einem kohlenstoffarmen, lehmigen Sand vermischt und in mehrtägigen Inkubationen auf die Freisetzung von CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O untersucht. Der Kohlenstoffgehalt der Böden korrelierte mit der CO<sub>2</sub>-Freisetzung und lag zwischen 0,6 mg CO<sub>2</sub>-C kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> und 17,5 mg CO<sub>2</sub>-C kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>. Aus den Biokohlen wurden bis zu 8,3 mg CO<sub>2</sub>-C kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> freigesetzt, ohne dass ein Zusammenhang zum Kohlenstoffgehalt erkennbar war. Langzeitinkubationen werden fortgeführt, um weitere Informationen über die C-Stabilität der Biokohlen zu erhalten. Die Freisetzung von N<sub>2</sub>O sank von 31,6 µg N<sub>2</sub>O-N kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (reiner Sand) auf unter 1 µg N<sub>2</sub>O-N kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> bei Anwesenheit von HTC-Biokohle. Angesichts des hohen Treibhausgaspotenzials von N<sub>2</sub>O kann der Einsatz von Biokohlen im Ackerbau neben der Bodenverbesserung somit einen wirkungsvollen Beitrag zur Senkung von Treibhausgasemissionen leisten. Die Anwendung von Biokohle auf Ackerböden wirft allerdings die Frage nach ihrer ökotoxikologischen Unbedenklichkeit auf. Erste Biotests mit Invertebraten zeigten, dass der Kontakt mit Extrakten einer HTC-Biokohle zu keiner verminderten Reproduktion beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* führte.

## **Establishment of reproducible toxicity tests on various biochars from pyrolysis and HTC-biocoal (hydrochar) from hydrothermal carbonization (HTC)**

DANIELA BUSCH<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenökologie, Uni Gießen

Addition of carbonaceous organic materials to soils is currently discussed as an option to improve soil fertility and enhance C sequestration. However, before a broadscale application can be considered, possible influences on ecosystem functions and environmental conditions should be evaluated. A series of toxicity tests were established to test if biochars (from pyrolysis and hydrothermal carbonization, HTC) affected germination and early plant development in *Lactuca sativa*, *Hordeum vulgare* and *Lepidum sativum*, and avoidance behaviour of earthworms (*Eisenia foetida*). The study of short-term effects on biological organisms, based on ISO guidelines or standardized tests used for compost evaluation, shall provide information about possible influences of phytotoxic gases, toxic substances or toxic effects on soil fauna associated with application of biochars or HTC-coals. In a first step, the reproducibility of the test procedures was evaluated using the same biochar (peanut hull, Eprida, USA). Subsequently, a variety of different biochars and HTC-coals was evaluated with the established test procedures. Preliminary results indicated that fresh HTC-coals had some negative effects on short-term biomass production and lettuce, cress and barley germination rates. However, aged HTC-biocoals seem to have different effects. Furthermore, earthworms tended to avoid the HTC-biocoal (soil medium: standard soil type 3, sandy loam). In contrast, significantly higher earthworm numbers were found in biochar-containing compartments. Furthermore, first results of genotoxicity tests with two carbonaceous substances (one biochar and one HTC-biocoal) with *Tradescantia* plants (test according to VDI- 3957) will be presented.

## 2 Anwendung von Biochar in der Praxis

V 2.1 in *Anwendung von Biochar in der Praxis*: H 8, GEO, 08.07.2010, 16:15-17:00

### Das Potenzial von Terra Preta und Biokohle

HAIKO PIEPLOW<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BMU, Referat "Umwelt und Wirtschaft, Innovation und Beschäftigung, Umwelt-Audit"

Der Mensch beeinflusst durch die Intensität der Landnutzung seit Jahrhunderten das Regionalklima, mit vielen negativen Auswirkungen für die Umwelt. Der Wechsel zu einer ressourceneffektiven Produktion von Lebensmitteln, nachwachsenden Rohstoffen und Energie wird immer mehr zu einer zentrale Aufgabe. Für eine Milliarde Menschen gibt es inzwischen nicht mehr genug zu essen. Nach Schätzungen der UN wird die Weltbevölkerung bis 2050 auf über neun Milliarden Menschen zunehmen. Dabei ist die Leistungsfähigkeit der Böden von den zunehmend negativen Folgen des Klimawandels besonders betroffen. Humusabbau, Wüstenbildung, Wassermangel, Verlust der genetischen Vielfalt, die Zunahme von extremen Witterungsereignissen sowie Wind- und Wassererosion führen zu hohen Ernteverlusten, bedrohen Millionen Menschen in ihrer Existenz und gefährden die Umsetzung des UN-Millenniumsziels, den Anteil der hungernden Weltbevölkerung bis 2015 zu halbieren.

Die natürlichen Ressourcen wie Boden sind endlich. Aufgrund der stetig zunehmenden Flächeninanspruchnahme in Folge der Urbanisierung werden auch in Zukunft Flächen in erheblichem Umfang nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden können. Befürchtet wird zudem, dass wegen der globalen Erwärmung in trockenen Regionen mehr produktive Flächen durch Versteppung und Verwüsten verloren gehen als in kalten Regionen hinzugewonnen werden. Die Land- und Forstwirtschaft steht vor der großen Herausforderung, die Produktion auf der vorhandenen Fläche in hoher Qualität deutlich zu steigern und gleichzeitig zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen beizutragen. Das kann nur mit einer nachhaltigen Kreislauf- und Humuswirtschaft gelingen.

Die Umsetzung der Erkenntnisse aus der Terra-Preta-Forschung hat das Potential einer Schlüsselinnovation für das 21. Jahrhundert. Bislang war es nicht möglich, die Humusgehalte der Böden wesentlich anzuheben. Durch die Erzeugung von außerordentlich fruchtbaren anthropogenen Schwarzerde-Substraten eröffnen sich neue

Möglichkeiten für eine nachhaltige Landnutzung. Für die schnelle Anhebung der Dauerhumusgehalte in Böden spielt Biokohle eine zentrale Rolle. Dabei sollte ihre Aufgabe nicht nur auf ihre chemische und physikalische Wirkung beschränkt werden. Biokohle hat eine bedeutende Funktion als Habitat für Bodenmikroorganismen. Im Zusammenspiel mit der organischen Bodensubstanz, den Bodenorganismen und den Pflanzen trägt die Biokohle zur hohen Ertragsfähigkeit bei und kann gleichzeitig große Mengen Kohlenstoff im Boden speichern.

Die Umweltverträglichkeit, der ökonomische und soziale Nutzen der Bodenverbesserung durch Biokohle hängt wesentlich vom regionalen Stoffstrommanagement ab, das darauf zielt, die Kohlenstoff- und Nährstoffverluste, die insbesondere durch Rest- und Abfallstoffe entstehen, zu minimieren. Hierbei können vergessene Praktiken von früheren Zivilisationen wichtige Impulse geben. Beispielsweise wurde in der Vergangenheit in Japan ein spezieller Dünger, genannt haigoe, von menschlichen Siedlungsabfällen und Holzkohlepulver aus Reisspelzen hergestellt. Auch bei der Terra Preta do Indio kann man davon ausgehen, dass diese anthropogene Bodenform das Ergebnis eines Eintrages von pyrogenem Kohlenstoff durch ein hervorragend optimierten Boden- und Abfallmanagements ist.

Durch Speicherung organisch gebundenen Kohlenstoffs in Böden kann die Landwirtschaft wirksam zum Klimaschutz beitragen. Innovative Projekte zur Anreicherung und Speicherung von Kohlenstoff in Böden sollten deshalb gezielt gefördert werden. Hierzu sollte neue Wege der Agrarforschung gemeinsam mit den Landwirten und Gärtnern beschritten werden.

## **Biokohle als Teil einer Ökoregion**

GERALD DUNST<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sonnenerde - Gerald Dunst Kulturerden GmbH, Ökoregion Kaindorf

Durch den Einsatz von Biokohle können die Verluste der Hauptnährstoffe Kohlenstoff und Stickstoff nachweislich deutlich reduziert, und damit die etablierte Kompostierungstechnologie nachhaltig hinsichtlich Produktqualität und Klimarelevanz verbessert werden. Außerdem können über die Verkohlungs-Abfälle in den Stoffstrom eingebracht werden, die bislang unter Energiezufuhr verbrannt wurden (Beispiel Papierfaserschlamm). Für das Humusaufbauprojekt der Ökoregion Kaindorf könnte dies ein entscheidender Schritt für die flächendeckende Umsetzung sein.

Die Ökoregion Kaindorf ist ein Zusammenschluss von 6 Gemeinden, mit dem Ziel bis zum Jahr 2020 CO<sub>2</sub>-neutral zu sein. Ein wichtiges Teilprojekt ist in dieser Region das Humusaufbau-Projekt, wo versucht wird, die Böden in möglichst kurzer Zeit mit Humus anzureichern. Dazu wurden bislang 3 internationale Humus-Symposien abgehalten, wo Wissenschaftler und Praktiker über die Möglichkeiten des Humusaufbaues diskutierten. Der Leiter der Arbeitsgruppe Landwirtschaft Gerald Dunst ist auch Geschäftsführer der Firma Sonnenerde Kulturerden GmbH. Auf dem Firmengelände der Firma Sonnenerde werden seit 2 Jahren Kompostierungsversuche mit Holzkohle betrieben und ausgewertet. Als erstes gesichertes Ergebnis konnte gezeigt werden, dass der Zusatz von 10-20% Holzkohle die Verluste von Kohlenstoff und Stickstoff deutlich reduzieren kann. (Kohlenstoff von 50% auf 20%, Stickstoff von 30% auf 10-15%). Durch den Einsatz von Holzkohle können diese beiden Hauptnährstoffe also besser im System gehalten werden. Durch die Beimischung mit effektiven Mikroorganismen konnte diesbezüglich keine Verbesserung erzielt werden. Die mikrobiologischen Untersuchungen und die Anwendung der verschiedenen Komposte sind derzeit noch im Gang.

Beim Ziel der flächendeckenden Umsetzung des Humusaufbauprojektes ist die Verfügbarkeit der organischen Masse für die Humusbildung der begrenzende Faktor. Durch eine weitere Effizienzsteigerung bei der Umwandlung zu Humus könnten hier entscheidende Fortschritte erzielt werden. Nach ersten Vorgesprächen soll zur Abklärung dieser Fragestellung ein Großparzellenversuch in der Landwirtschaftlichen Fachschule Alt-Grottenhof in Graz (70 Parzellen) noch im Herbst 2010 gestartet werden. Im Winter 2010 soll weiters die erste Pyreg-Anlage Österreichs zur Verkohlungs von Knochen und Papierfaserschlamm in Betrieb gehen.

## 3 Biochar-Technologien

V 3.1 in *Biochar-Technologien*: H 8, GEO, 09.07.2010, 08:30-09:15

### Überblick Biokohle-Technologien

HELMUT GERBER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> PYREG GmbH

An der sehr hohen Wahrscheinlichkeit einer weltweiten Klimaänderung, verursacht durch den weiter wachsenden Energieverbrauch und den damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Ausstoss, gibt es leider immer weniger ernsthafte Zweifel. Vor diesem Hintergrund müssen Technologien entwickelt werden, die neben der Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses eine aktive Rückführung des Kohlendioxids aus der Atmosphäre ermöglichen. Die Karbonisierung von Biomasse mit nachfolgender Einlagerung in landwirtschaftlich genutzte Böden kann hier einen signifikanten Beitrag leisten. Durch diese Form der CO<sub>2</sub>-Sequestrierung könnte global auf landwirtschaftlichen Nutzflächen die doppelte Menge des schädlichen Treibhausgases eingelagert werden, die momentan weltweit bei der Verbrennung aller fossilen Energieträger emittiert wird.

Bei der Verkohlung von Biomasse wird im Gegensatz zur Verbrennung oder natürlichen Verrottung nur ein Teil des von der Biomasse aufgenommenen CO<sub>2</sub> wieder an die Atmosphäre abgegeben (C-Effizienz 50-90%). Der als Reststoff des Verfahrens anfallende pyrogene Kohlenstoff („Bio Char“) kann durch die große Nährstoffspeicherkapazität des Kohlenstoffs und der hiermit herstellbaren Komponenten („Terra Preta“) in der landwirtschaftlichen Anwendung unter anderem ein schnelles Auswaschen von Nährstoffen aus hiermit gedüngten Boden verhindern und so die Bereitstellung pflanzenverfügbarer Nährstoffe signifikant verbessern.

Vor diesem Hintergrund wurde das PYREG-Verfahren entwickelt welches insbesondere zur Nutzung von Biomassen optimiert ist, die nicht mit der Nahrungsmittelproduktion in Konkurrenz stehen. (Klärschlamm, Grüngut, Biotonne, landwirtschaftliche und industrielle Produktionsabfälle, etc.). Die Leistungsgröße der Anlage wurde der dezentralen Verfügbarkeit und geringen Energiedichte der Biomasse angepasst, um somit zusätzlichen Aufwand für Brennstofftransporte weitgehend zu vermeiden. Die zur Erzeugung der PYREG Bio Kohle eingesetzten Biomassen werden zum derzeitigen Stand der Technik meist kostenintensiv entsorgt. Das Verfahren bietet hier den Vorteil einer möglichen Umwandlung eines Reststoffes in einen Wertstoff und somit neben der Energiebereitstellung und der Reduktion der Entsorgungskosten ein weiteres Wertschöpfungspotential.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die marktverfügbaren thermochemischen Umwandlungsverfahren zur Herstellung von biogenem Kohlenstoff.

## **Hydrothermale Karbonisierung von biogenen Reststoffen**

ANDREA KRUSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> KIT Universität

Die hydrothermale Karbonisierung ist ein vielversprechendes Verfahren, um aus Biomasse „künstliche Kohlen“ herzustellen. Mögliche Produkte sind die Herstellung eines Ersatzes für Braunkohle, möglicherweise auch von künstlichem Ruß (Carbon Black) oder der Einsatz als Bodenverbesserer. Für die Anwendungen sollten die Kohlen unterschiedliche Eigenschaften haben, z. B. sollte ein Braunkohlenersatz, der im Kraftwerk verfeuert wird, möglichst wenig Asche-Bestandteile erhalten, diese könnten sich aber bei einem Bodenverbesserer positiv als Langzeitdünger bemerkbar machen. Es stellt sich daher die Frage, in wie weit sich die Eigenschaften von HTC-Kohlen im Prozess steuern und für den jeweiligen Zweck anpassen lassen. Erste Ergebnisse werden vorgestellt.

## Hydrothermale Carbonisierung des Gärrestes aus dem Biogasreaktor

JAN MUMME<sup>1</sup>

<sup>1</sup> APECS Nachwuchsgruppe, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim

Jan Mumme<sup>a\*</sup>, Mamadou Diakité, Jürgen Kern<sup>a</sup>, Fabian Rupp<sup>a</sup>, Lion Eckervogt<sup>a</sup>, Judith

Pielert<sup>ba</sup> Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim e.V., 14469 Potsdam,

Max-Eyth-Allee 100, Germany<sup>b</sup> Department of Soil Science, Technische Universität Berlin, 10687

Berlin, Salzufer 11-12, Germany E-mail: [corresponding.author:jmumme@atb-potsdam.de](mailto:corresponding.author:jmumme@atb-potsdam.de)

Fermentation residues from anaerobic digestion are an abundant source of biomass.

High concentrations of minerals and water, however, are limiting their use to a few applications. Therefore, the aim of this study was to investigate the feasibility of HTC for

converting these wastes to biochar. For comparison purposes, also the microcrystalline cellulose Avicel PH-101 (Fluka) was tested. The experiments were carried out in a 1 L

stirred batch reactor (Parr, USA) using distilled water as process medium. The

fermentation residue was obtained from a laboratory digester using maize silage as a sole

substrate. All Materials were processed at temperatures of 190, 230 and 270°C. All

experiments were started at pH 5 (after addition of citric acid) and operated with a

retention time of 2, 6 and 10 h. The reactor's initial TS concentration of Avicel and

fermentation residue was 97 g/L and 73 g/L, respectively. The first results indicate that

fermentation residues are a suitable material for HTC. The required optimization effort,

however, appear considerably higher than that for Avicel. Hydrothermal carbonization of

residues from anaerobic digestion is part of the APECS (*Anaerobic Pathways to*

*Renewable Energies and Carbon Sinks*) subproject "biochar". APECS is a joint project of

ATB and Technische Universität Berlin coordinated by Dr. Jan Mumme at the Leibniz

Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB). The aim of this project is to

develop and investigate a hybrid system for the combined production of biomethane and

biochar. Biomethane is a highly versatile energy source, whereas biochar can be applied

to the soil as fertiliser and for long term carbon storage. The concept is based on the

optimal use of different biomass components: organic matter available to anaerobic

digestion is converted to biomethane, whereas recalcitrant organic matter is turned into

biochar. Both, biochar and mineral are used for the production of an inert soil additive. The

purpose of the study of biochar is the optimization of the thermochemical conversion of

fermentation residues to biochar and its refining to a selective adsorbent and an effective

soil additive and smart process integration.

## **Entstehung von Kohle aus Biomasse im Temperaturbereich von 200 bis 400 °C**

BERND WEBER<sup>1</sup>, ERNST A. STADLBAUER<sup>1</sup>, MOHAMMAD S. HOSSAIN<sup>1</sup>, SABRINA STENGL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Labor für Entsorgungstechnik, FH-Giessen-Friedberg

Die hydrothermale Carbonisierung zur Erzeugung von Bio-Kohle aus pflanzlichem Material als Brennstoff oder Einsatzmittel zur Bodenverbesserung erlangt zunehmend Interesse. In der Praxis erfolgt ein Druckaufschluss um die 20 bar und im Temperaturbereich von 200 °C. Solche Bedingungen erfordern einen erhöhten anlagentechnischen Aufwand. Die vorliegenden Untersuchungen mit Biertreber zeigen, dass im drucklosen Betrieb Produkte mit gleichen Eigenschaften erhalten werden. Auch ist ein zusätzliches Einbringen von Wasserdampf nicht notwendig, da im Inkohlungsprozess gebildeter Wasserdampf ausreichend ist. Thermogravimetrische und IR-spektroskopische Untersuchungen mit den Reinstoffen Hemizellulose, Zellulose und Lignin zeigen eindeutig eine Temperaturabhängigkeit des Inkohlungsprozesses mit unterschiedlichen Aktivierungsenergien für Komponenten der pflanzlichen Biomasse. Bei 200 °C überwiegt der Abbau der Hemizellulose. Parallel dazu steigt der Kohlenstoffgehalt im Ausgangsprodukt Biertreber von 53,3 % in den Behandlungsstufen bei 200 °C auf 68 % und 400 °C auf 88 % bezogen auf die wasser- und aschefreie Substanz an. Im Temperaturbereich der Niedertemperaturkonvertierung (350 °C - 400 °C) kommt es auch zur Entfunktionalisierung aller Kohlenhydrate: Im <sup>13</sup>C-Festkörper-NMR treten verstärkt Absorption von sp<sup>2</sup>-hybridisierten C-Atomen auf. Das Inkohlungsdiagramm (H/C versus O/C) erlaubt eine Klassifizierung der bei unterschiedlichen Reaktionstemperaturen erzeugten Produkte. Bei 200 °C werden Charakteristika von Braunkohlen erzielt, während bei 400 °C die von Steinkohlen im Vordergrund stehen. Offenbar kommt es im Prozess der Carbonisierung zu einem aufeinanderfolgenden Abbau von Hemizellulosen und Zellulosen. Prägend für die mechanische Stabilität ist die Zerstörung der Hemizellulosen. Entscheidungskriterien für die Auslegung und das Verfahrensprinzip zukünftiger Anlagen sind das Druckniveau (maßgeblich für die Investition), Energiebilanz und gewünschte Produktqualität.

## Industrielle Produktion von Biochar

BERND SCHOTTDORF<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GC-German Charcoal GmbH

**Industrielle Produktion von BioChar** Die jährliche globale Produktion an Biomasse wird auf ca. 90 Mrd. Tonnen geschätzt. Ein signifikanter Teil hiervon könnte in Form von BioChar in den Erdboden eingearbeitet werden. Dies würde die Produktion an Biomasse steigern und zu zusätzlicher CO<sub>2</sub> Bindung im Boden führen. Es fehlt bisher eine wirtschaftliche kostengünstige Methode zur Umwandlung von Biomasse in BioChar in industriellen Großmengen. Wenn BioChar in großen Mengen produziert wird, werden drei Hauptanwendungsbereiche miteinander um den Kohlenstoff konkurrieren:

- Energie
- Metallurgie und
- Terra Preta

Die bisherigen Methoden der BioChar Produktion haben eine Reihe von Nachteilen:

- geringe Produktionsmengen,
- komplizierte Anlagen,
- hohe Kosten,
- Abhängigkeit von standardisierten Ausgangsmaterialien.

**Die Methode von German Charcoal:** Ein senkrecht stehender, siloartiger Behälter aus Stahl, der am unteren Ende durch ein Gitter und einen trichterförmigen Auslass begrenzt ist, wird mit Biomasse gefüllt und an dem Gitter entzündet. Es entsteht eine Glutzone. Die Luftzufuhr wird präzise geregelt. Der in dem Reaktor aufsteigende Luftstrom erhitzt sich in der Glutzone auf ca. 500 °C. Nach Verbrauch des Sauerstoffs in der Glutzone steigt das erhitzte Gas weiter auf und führt in der darüberliegenden Zone zur Pyrolyse. Das Pyrolysegas durchströmt die darüberliegende Biomasse und wird hierbei mit Wasserdampf angereichert. Die Biomasse reinigt gleichzeitig das aufsteigende Pyrolysegas von Staubpartikeln. Im oberen Ende des Reaktors tritt ein energiereiches brennbares Gas aus. Dieses kann der weiteren energetischen Verwendung zugeführt werden. Der Prozess läuft kontinuierlich wie bei einem Hochofen. Biomasse wird oben kontinuierlich (automatisch) nachgefüllt, in dem untenliegenden Trichter wird BioChar kontinuierlich (automatisch) entnommen. Ein Reaktor mit einer Grundfläche von 3 x 3 m liefert pro Tag ca. 3 Tonnen BioChar.

### **Vorteile der Methode:**

- **Nachhaltigkeit** Alle Arten von Biomasse können eingesetzt werden, z. B. Holz, Holzabfälle, Stroh, Reisstroh, Gummibäume, Tomatenstauden, Cassava, Babassu Nüsse, etc.
- **Einfaches Verfahren und einfache Verwendung** Alle Materialien liefern ein einheitliches Produkt. Dieses kann in Form von Pulver, Pellets oder Briketts eingesetzt werden.
- **Vollständige Nutzung der Biomasse** Sowohl BioChar als auch brennbares Gas fällt an.
- **Keine Schadstoffe** Das freiwerdende Pyrolysegas kann vollständig und staubfrei verbrannt werden.
- **Vorteilhafte Logistik** Das Produkt BioChar besitzt einen hohen Energiegehalt und kann über weite Strecken zum Ort der Verwendung transportiert werden.

V 3.6 in *Biochar-Technologien*: H 8, GEO, 09.07.2010, 11:00-11:20

## **Technological, economical and ecological aspects of biochar production technologies : A literature review**

*SEBASTIAN MEYER*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften, Universität Bayreuth

Der Vortrag fasst die aktuelle wissenschaftliche Literatur zum technischen Entwicklungsstand, der Wirtschaftlichkeit und der Treibhausgasbilanz verschiedener Biochar-Herstellungsverfahren zusammen.

## Poster

### 1 Neueste wissenschaftliche Ergebnisse

P 1.2

#### **Anreicherung von Nährstoffen in Biokohlen im Zuge ihrer Kompostierung mit Stallmist**

KATHARINA PROST<sup>1</sup>, NILS BORCHARD<sup>1</sup>, JAN SIEMENS<sup>1</sup>, TIMO KAUTZ<sup>2</sup>, ANDREAS MÖLLER<sup>3</sup>, WULF AMELUNG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Abt. Bodenwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

<sup>2</sup> Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

<sup>3</sup> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Im Amazonasgebiet werden nährstoffbedürftige Kulturpflanzen bevorzugt auf Böden angebaut, die anthropogen mit einem Gemisch aus Holzkohle und kompostierten organischen Abfällen angereichert sind. Im Gegensatz zu umliegenden Böden zeichnen sich diese anthropogenen Böden durch höhere pH-Werte, sowie erhöhte Gehalte an organischer Substanz und Nährstoffen aus. Daten zur Speicherung von Nährstoffen durch Biokohlen bei der Kompostierung fehlen jedoch bisher. Wir untersuchten die Veränderung von Nährstoffgehalten und pH-Werten einer handelsüblichen Holzkohle (HK) und eines Vergasungskoks (VK) während einer sechsmonatigen Kompostierung mit Stallmist. Durch die kontinuierliche Anreicherung mit Sickersäften im Zuge der Kompostierung stiegen die pH-Werte des Vergasungskoks und der Holzkohle signifikant ( $p < 0,01$ ) von 8,5 auf 9,1 (VK) und von 7,2 auf 8,9 (HK). Die  $\text{NO}_3\text{-N}$  Gehalte des Vergasungskoks und der Holzkohle erhöhten sich von 0,28 auf 33,16 (VK) bzw. von 0,22 auf 32,26  $\text{mg kg}^{-1}$  (VK). In besonderem Maße wurde löslicher organischer Stickstoff in den Kohlen angereichert (VK: 0,00  $\rightarrow$  672,29, HK: 2,98  $\rightarrow$  344,70  $\text{mg kg}^{-1}$ ). Die P-Gehalte der Kohlen stiegen um das 1,8fache (VK) bzw. 4,4fache (HK), die K-Gehalte um das 2,5fache (VK) bzw. das 15fache (HK). Die Ergebnisse zeigen, dass Biokohlen ein hohes Potential für die Speicherung von Nährstoffen besitzen, die im Zuge einer Kompostierung freigesetzt werden. Der Zusatz von Biokohlen könnte deshalb die Düngewirkung von Komposten günstig beeinflussen.

## Possibilities to stabilize soil organic matter (SOM)

MUHAMMAD FAROOQ QAYYUM<sup>1</sup>, DIEDRICH STEFFENS<sup>1</sup>, SVEN SCHUBERT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Plant Nutrition, Justus Liebig University, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392, Giessen, Germany

Recently, it has been suggested that carbon sequestration in soil by application of carbon-rich compounds (biochars) can be an important step towards sustainability and SOM conservation in tropical agriculture. With the discovery of Terra Preta (pre-historic soils containing 70% more black carbon than surroundings), it has become evident that charcoal can be used to increase organic matter in soil. The objective of our research was to compare carbon-mineralization kinetics of various organic C-compounds in various soils and to study their contribution to C stabilization. We applied C-rich compounds including wheat straw, charcoal, hydrothermal carbonization coal (HTC coal), and low-temperature conversion coal (NTK coal) in three soils (Oxisol, Brown Earth (topsoil) and Brown Earth (subsoil)). The C compounds differed depending on their origin of materials and method of preparation. Wheat straw was taken from harvested wheat crop, charcoal was taken in the form of wood coal which is used as a source of fuel, HTC was produced from hydrothermal carbonization of maize straw, and the source of NTK was a low temperature conversion product of sewage sludge. Soils were analyzed for basic physical-chemical characteristics (pH, nutrients, texture) using standard procedures. The C compounds were also analyzed for C, N and S. The chemical nature of C compounds was studied using DRIFT and fourier transformation spectroscopy. For the incubation experiment, we mixed C compounds with soils and the mixture was filled into plastic pots. Two pots of each treatment were placed in closed buckets along with a beaker containing KOH to capture CO<sub>2</sub> released during soil respiration. The buckets were placed in a climate chamber at 26°C. KOH in the buckets was replaced after 5 d, 5-15 d, and 15-30 d and after each consecutive month. Sampled KOH was back-titrated against HCl using phenolphthalein as indicator. The incubation experiment was done for two time durations (5 d and 1 a). Soil samples taken after 5 d of incubation were analyzed for pH, CaCl<sub>2</sub>-extractable C<sub>org</sub>, N<sub>t</sub>, NO<sub>3</sub>-N and NH<sub>4</sub>-N using an autoanalyzer (AA-3). The long-term incubation experiment is still under incubation. Application of C for all treatments was equivalent to the C contents of 50 t charcoal ha<sup>-1</sup>. The plant nutrients nitrogen, phosphorus, potassium, and magnesium were maintained at same amount in all treatments at the start of the experiment. The results showed that C mineralization in the straw treatment was significantly higher than all other treatments in three soils. The HTC and NTK coals were next to wheat straw which showed higher

C mineralization than charcoal and control soil, but they were not significantly different to each other. The charcoal applied in all three soils was not mineralized. So the maximum C sequestration was recorded for charcoal followed by HTC, NTK, and wheat straw. Soil comparison showed that the Oxisol has lower C mineralization than the Brown Earth (top and subsoil). The maximum C mineralization of treatments was recorded for Brown Earth (topsoil). It suggested that the reason for low C mineralization in the Oxisol may be acidic pH of soil, which would inhibit microbial activity. But later it was demonstrated in another experiment that pH did not contribute to low mineralization of carbon compounds in this soil. So there must be other factors which control biochar stability in this soil. Further experiments are being planned to identify the chemical nature of C compounds formed in three soils after 1 year incubation.

## Physical-chemical properties of different biochars

SONJA SCHIMMELPFENNIG<sup>1</sup>, BRUNO GLASER, HELMUT GERBER, MARTIN KAUPENJOHANN

<sup>1</sup> Bodenphysik, Uni Bayreuth

Terra Preta research gave evidence on the positive influence of charred organic material on infertile tropical soils (Glaser et al. 2001), ranging from increased water holding capacity and cation exchange capacity to yield increases and even to an increased soil microbial biodiversity and respiratory efficiency (Kim et al. 2007; Steiner et al. 2007). Hence, facing global challenges such as land degradation, fossil energy decline, water shortage and climate change, biochar application as soil amendment embedded in regional matter cycles seems to provide an all-round solution. However, before giving recommendations for its use, it is crucial to study the physical and chemical properties of biochar to predict its function as soil amendment and suitability for carbon sequestration. For the underlying research of this poster, different biochars were analyzed to understand the influence of production processes and feedstocks on the char's physical and chemical properties. We compared materials produced via the following processes: HTC (hydrothermal carbonization), NTK (low temperature-carbonization)-, a rotary kiln, a Pyreg reactor and wood gasifiers. The biochars were analyzed for their BET surface, black carbon content, the amount of functional groups and polycyclic aromatic hydrocarbons, pH, ash content and elemental composition. Our results showed that the production processes significantly impacted biochar properties. A first, rough estimation on the suitability of the different biochars for soil amendment and carbon sequestration will be provided, based on the observed results, including the likely long-term C sequestration value of the different carbon products.

Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G and Zech W 2001 The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* 88, 37-41.

Kim J-S, Sparovek G, Longo R M, De Melo W J and Crowley D 2007 Bacterial diversity of terra preta and pristine forest soil from the Western Amazon. *Soil Biology and Biochemistry* 39, 684-690.

Steiner C, Teixeira M and Zech W 2007 Soil respiration curves as soil fertility indicators in perennial central Amazonian plantations treated with charcoal, and mineral or organic fertilisers. *Tropical Science* 47, 218-230.

## **Biomass pyrolysis for clean energy production combined with long-term C sequestration and soil fertility enhancement**

*HELMUT GERBER*<sup>1</sup>, BRUNO GLASER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fachhochschule Bingen

<sup>2</sup> Soil Biogeochemistry, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg

Our project proposes an optimised multipurpose approach towards greenhouse gas mitigation combining sustainable clean energy production, carbon sequestration and soil amelioration. The main goals are mitigation of greenhouse gas problems by (i) replacement of fossil carbon for energy production by waste biomass, (ii) long-term carbon sequestration through pyrolysis of waste products amended to soil obtained by clean energy production, and (iii) minimization of greenhouse gas mitigation cost through soil amelioration and highly efficient biomass production. Our process has several advantages over conventional gaseous CO<sub>2</sub> sequestration into the underground. In detail, C sequestration will be achieved in a stable solid form with a long turnover time of thousands of years (black carbon).

## **Der weite Weg von der Terra Preta hin zu modernen Biokohle-Verfahren**

*BRUNO GLASER*<sup>1</sup>, *WOLFGANG ZECH*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Bodenphysik, Universität Bayreuth

<sup>2</sup> Bodenkunde und Bodenbiogeographie, Universität Bayreuth

Das Terra Preta-Phänomen ist ein 2000 Jahre altes Bodenexperiment, welches sich auf die Lebensweise präkolumbischer Amazonas-Indianer zurückführen lässt. Terra Preta ist auch heute noch nachhaltig fruchtbar. Am Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie der Universität Bayreuth wurde durch 30-jährige intensive Forschung das Geheimnis der Entstehung von Terra Preta gelüftet (siehe chronologisch geordnete zitierte Literatur). Dabei konnte wissenschaftlich eindeutig nachgewiesen werden, dass Terra Preta durch massive Zufuhr von Nährstoffen (v. a. N, P, K, Ca und Mg) und Brandrückständen (früher Black Carbon, heute Biochar oder Biokohle) entstand. Als Nährstoffquellen konnten Asche, Knochen, Fischgräten und menschliche Fäkalien zweifelsfrei identifiziert werden. Auch mikrobielle Prozesse laufen in der Terra Preta verstärkt ab, was verwunderlich ist, da der Humusgehalt von durchschnittlich 250 Tonnen pro Hektar auch heute noch dreimal so hoch ist im Vergleich zu unfruchtbaren Böden der Umgebung.

Diese Tatsache ist vor allem auf die stabile Biokohle zurückzuführen, die in Terra Preta mit durchschnittlich 50 Tonnen pro Hektar siebzig mal höher ist als in der Umgebung (Glaser et al. 2001). Daraus resultiert das steigende Interesse an diesem „Wunderboden“ bzw. der Biokohle. Von der Terra Preta wissen wir, dass Biokohle den Humusgehalt von Böden und deren Fähigkeit, Nährstoffe zu speichern nachhaltig steigern kann. Allerdings wird Biokohle mittlerweile als „Allheilmittel“ für die globalen Probleme des 21. Jahrhunderts gehandelt, wie z. B. Erosionsschutz, Reduktion von Treibhausgasemissionen, Steigerung der Wassereffizienz etc. Fakt ist jedoch, dass wir nur sehr wenig über die Wirkung von Biokohle in verschiedenen (insbesondere temperaten) Ökosystemen verstehen. Darüber hinaus besteht noch nicht einmal Konsens darüber, welche Materialien die Anforderungen von Biokohle erfüllen und welche nicht. Das Faszinierende an diesem Thema ist jedoch, dass es angefangen von der Grundlagenforschung über die Technik bis zur praktischen Anwendung gleichermaßen spannend ist. Es ist wichtig, neue Erkenntnisse in allen diesen Bereichen simultan zu gewinnen, was auch Ziel dieses Symposiums ist.

## 2 Anwendung von Biochar in der Praxis

P 2.1

### **Bioenergieregion Bayreuth - Modellprojekt des Bundeslandwirtschaftsministeriums**

BERND ROTHAMMEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bioenergieregion Bayreuth

Die Region Bayreuth strebt eine 100 %ige Energieversorgung mit erneuerbaren Energien an. Ein erster Erfolg ist die Anerkennung als Bioenergie-Modellregion im Rahmen des Bundeswettbewerbes „Bioenergieregionen“. Seit Mitte 2009 fließen dadurch Bundesmittel für den Ausbau der Bioenergie in die Region. Diese werden für sieben Bioenergie-Fachprojekte und – das ist das Besondere – ein Energiekunstprojekt eingesetzt. Die Bioenergieregion Bayreuth will damit die Bioenergieerzeugung umweltverträglich ausbauen, die Nachfrage nach Bioenergie steigern und den Informationsgrad zum Thema erhöhen.

Verantwortlich für das Netzwerk- und Projektmanagement ist Dipl.-Geoökologe Bernd Rothammel, der als Bioenergiemanager im Regionalmanagement Stadt und Landkreis Bayreuth die einzelnen Fachvorhaben koordiniert.

Das geplante Energiekunstprojekt energy-in-art soll auf die Bioenergie-Fachprojekte aufmerksam machen. Künstler werden Energiekunstwerke gestalten, die Bioenergie aus einer völlig neuen Perspektive zeigen. Schulen, lokale Initiativen und andere gesellschaftliche Gruppen sollen dabei aktiv mitwirken.

Die Kunst ist das eine Standbein, sieben Bioenergie-Fachprojekte das andere: So werden umweltfreundliche Energiepflanzen erforscht, Unterrichtsmaterialien zum unterhaltsamen Lernen entwickelt und an der Steigerung der Energieeffizienz von Bioenergieanlagen gearbeitet. Aus der Biotonne soll eine Bioenergietonne werden und zur Verbesserung der Information wird ein Kommunales Informationssystem „Erneuerbare Energien“ entwickelt. Wie ein verträgliches Nebeneinander von Naturschutz, Landwirtschaft und Energiepflanzenanbau aussehen kann, erproben verschiedene Gemeinden der Region. Darüber hinaus wurde ein Online-Ratgeber zum Heizen mit Holz entwickelt.

Die Bioenergie-Modellregion Bayreuth hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt: Die Hälfte des Energieverbrauches der Privathaushalte soll künftig mit Bioenergie gedeckt werden – also mit Energie aus Holz, Pflanzen und organischen Abfällen. Die Region Bayreuth hat mit fast 90 Prozent Land- und Forstwirtschaftsfläche optimale Voraussetzungen dafür. Neue Arbeitsplätze und eine Wertschöpfung von mindestens 50 Mio. Euro jährlich wären die Folge.

**[www.bioenergieregion-bayreuth.de](http://www.bioenergieregion-bayreuth.de)**

**<http://bioenergieregion.wordpress.com>**

**[bioenergie@region-bayreuth.de](mailto:bioenergie@region-bayreuth.de)**

## 3 Biochar-Technologien

P 3.2

### **Thermochemische Vergasung biogener Rohstoffe in der BENA 200 der MLU Halle**

MARTEN GRAU<sup>1</sup>, FRANK TETZLAFF<sup>1</sup>, ULRICH KLEE<sup>1</sup>, INGO PURR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professur für Landtechnik, Umwelt- und Kommunaltechnik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

<sup>2</sup> Zentrum für Ingenieurwissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die thermochemische Umsetzung biogener Rohstoffe kann einen entscheidenden Beitrag zur nachhaltigen und umweltfreundlichen Energieversorgung leisten. Aufgrund der unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften der nutzbaren Biomassen müssen Konversionsanlagen bereitgestellt werden, welche durch einfache und effektive Anpassung der Prozessparameter die Pyrolyse und thermochemische Vergasung der unterschiedlichsten Rohstoffe ermöglichen. Am Lehrstuhl für Landtechnik, Umwelt- und Kommunaltechnik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ist seit 2001 ein Biomassefestbettvergaser in Betrieb. Die konstruktiven Anlagenparameter wurden am Lehrstuhl für Energietechnik konzipiert. Der Reaktor ist auf eine thermische Eingangsleistung von 200 kW ausgelegt. Aufgrund der hohen Flexibilität des Vergasers bezüglich der einstellbaren Prozessparameter können verschiedene Produktziele angefahren werden. Für eine rein energetische Nutzung des Rohstoffes wird Ausgangsmaterial soweit als möglich thermochemisch aufgeschlossen. Als biogene Energieträger können u.a. Holz, Miscanthus, Getreide (Stroh + Korn), Rapsstroh, trockener Pferdemist, Heupellets und Klärschlammstrukturmaterial zu Einsatz kommen. Bei Holz sind Kohlenstoffumsetzungsraten von bis zu 98% möglich bei Kaltgaswirkungsgraden von 74%. Bei einer vorwiegend stofflichen Nutzungsausrichtung wird der Rohstoff gezielt entgast und das Produkt (Pyrolysat) kontinuierlich ausgetragen. Flüchtige Verbindungen werden direkt im Vergaser umgesetzt. Das Pyrolysat weist im Mittel einen Restkohlenstoffgehalt von 92% bei der Nutzung von Holzhackschnitzeln auf.

## **Business analysis of the biochar industry**

*REBECCA HOOD-NOWOTNY*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Chemical Ecology and Ecosystem Research, University of Vienna

A business analysis of biochar market mechanisms and opportunities will be presented. From a strategic perspective research in to impact of biochar on soil processes offers a number of advantages. Biochar is perceived by the general public as an acceptable natural low risk carbon sequestration solution and research in this area could possibly offer Austrian industries early adopter advantages biochar production and sales markets. The technical engineering excellence and experience of on farm solutions of Austrian industries could lead to a competitive advantage in producing small scale pyrolysis units. As Austria has a high percentage of organic (bio) farmers (currently 16%) and an enormous forestry industry, push and pull market mechanisms are present within the Austrian economy offering an ideal opportunity for market development. The obvious economic benefits of home grown carbon credit solution are clear. Biochar is an easy solution to sell politically, with attractive reduction in carbon emissions whilst improving the national soil resource. An analysis of the biochar industry suggests that biochar customers include energy producers, farmers and horticulturalists, suppliers include, foresters, waste stream managers, possible market entry threats are competitor countries developing biochar supplier and customer markets, threat of substitution come from alternative energies and bioengineering solutions. It is clear the analysis of the industry rivalry that biochar production and use is at an innovator/early adopter stage in terms of technological innovation diffusion. As such the proposed research offers early adopter advantages from a scientific perspective.

P 3.4

## **b.coal oder: unser Weg in Entwicklung und Forschungsbetrieb von HTC-Anlagen**

*MICHAEL DIESTEL*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bayerischer Bauernverband und Artec Biotechnologie GmbH

Im Oktober 2006 begann unser Engagement im Bereich der HTC. Heute betreibt die Artec GmbH eine kontinuierlich arbeitende Pilotanlage, mit einem Fassungsvermögen von 180 l. Darüber hinaus wurde der Autoclave b.coal 2.0 entwickelt. In Zusammenarbeit mit mehreren Forschungsinstituten arbeitet die Artec GmbH an der Weiterentwicklung von HTC.

Die Vision ist HTC unter anderem in Wertschöpfungsprozesse in der Landwirtschaft einzubinden.

## **Entfunktionalisierung von Tier- und Fleischknochenmehl mittels Thermokatalyse zur Herstellung von Biokohle**

*BERND WEBER*<sup>1</sup>, ERNST A. STADLBAUER<sup>1</sup>, ANDREAS FRANK<sup>2</sup>, WALTER GRIMMEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Labor für Entsorgungstechnik, FH-Giessen-Friedberg

<sup>2</sup> Werkstoff und Funktion

Tiermehl sowie Fleischknochenmehl sind Produkte aus der seuchenhygienischen Behandlung von Tierkadavern und Schlachtabfällen. Ziel ist die Herstellung phosphathaltiger Bio-Kohle und Bio-Öl aus Tier- und Fleischknochenmehl durch Thermokatalyse (NTK-Prozess). Im Reaktor bei 400°C unter Sauerstoffausschluss entstehen aus Tiermehl phosphathaltige Biokohle (43 %), Bio-Öl (18 %), Reaktionswasser (13 %) und nicht kondensierbares Gas (26 %). Gebildete Bio-Kohle ähnelt in durchgeführten <sup>13</sup>C-NMR Analysen in der Struktur des Kohlenstoffs den Steinkohlen.

# Praxisvorführungen

Exp 1: H 8, GEO, 08.07.2010, 17:45-17:50

## **Der Autoclave b.coal 2.0 im Praxisversuch**

*PETER WIECZOREK*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fa. Artec, Bad Königshofen

Der Autoclave b.coal 2.0 hat ein Fassungsvermögen von 1,8 Litern. Versuche zur hydrothermalen Carbonisierung können bis zu 220 Grad Celsius und bei maximal 40 bar Druck durchgeführt werden. Die Anlage ist ausgestattet mit einer eigens dafür entwickelten Software, zur Dokumentation des HTC Prozesses.

---

Exp 2: H 8, GEO, 09.07.2010, 10:15-10:20

## **Praxisversuch Autoclave b.coal 2.0: Ergebnisse**

*PETER WIECZOREK*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fa. Artec, Bad Königshofen

Die Ergebnisse des über Nacht laufenden Versuches werden nebst Auswertungen des Versuchsverlaufes vorgestellt.

---

Exp 3

## **Wieviele Bratwürste kann man bei der Herstellung von 30g Biokohle grillen? Demonstration von C-negativen Kochenergieelösungen**

*CHRISTA ROTH*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FOODandFUEL Consultants, Climatefarming

Small-scale biochar production as a by-product of daily cooking with biomass: Pyrolytic micro-gasifier burner units can turn cook-stoves into clean-burning, efficient and carbon-negative thermal energy applications, while alleviating many other problems originating from conventional use of solid biomass cooking fuels like indoor air pollution, black carbon emissions, forest degradation and other environmental issues.

## Autorenliste

Amelung, Wulf: [P 1.2](#)  
Benny, Erez: [V 1.1](#)  
Borchard, Nils: [P 1.2](#)  
Busch, Daniela: [V 1.6](#), [V 1.4](#)  
Diakite, Mamadou: [V 1.5](#)  
Diestel, Michael: [P 3.4](#)  
Dunst, Gerald: [V 2.2](#), [V 1.3](#)  
Fischer, Daniel: [V 1.3](#)  
Frank, Andreas: [P 3.5](#)  
Gerber, Helmut: [P 1.5](#), [V 3.1](#), [P 1.4](#)  
Glaser, Bruno: [V 1.2](#), [V 1.3](#), [P 1.6](#), [P 1.5](#), [P 1.4](#)  
Grau, Marten: [P 3.2](#)  
Grimmel, Walter: [P 3.5](#)  
Grünhage, Ludger: [V 1.4](#)  
Hood-Nowotny, Rebecca: [P 3.3](#)  
Hossain, Mohammad S.: [V 3.4](#)  
Kammann, Claudia: [V 1.4](#)  
Kaupenjohann, Martin: [P 1.4](#)  
Kautz, Timo: [P 1.2](#)  
Kern, Jürgen: [V 1.5](#)  
Klee, Ulrich: [P 3.2](#)  
Kohls, Ken: [V 1.1](#)  
Koyro, Hans-Werner: [V 1.4](#)  
Kruse, Andrea: [V 3.2](#)  
Linsel, Sebastian: [V 1.4](#)  
Menzel, Ralph: [V 1.5](#)  
Meyer, Sebastian: [V 3.6](#)  
Möller, Andreas: [P 1.2](#)  
Müller, Christoph: [V 1.4](#)  
Mumme, Jan: [V 3.3](#), [V 1.5](#)  
Pieplow, Haiko: [V 2.1](#)  
Prost, Katharina: [P 1.2](#)  
Purr, Ingo: [P 3.2](#)  
Qayyum, Muhammad Farooq: [P 1.3](#)  
Reents, Hans Jürgen: [V 1.1](#)  
Roth, Christa: [Exp 3](#)  
Rothammel, Bernd: [P 2.1](#)  
Schimmelpfennig, Sonja: [P 1.4](#)  
Schottdorf, Bernd: [V 3.5](#)  
Schubert, Sven: [P 1.3](#)  
Schulz, Hardy: [V 1.2](#)  
Siemens, Jan: [P 1.2](#)  
Stadlbauer, Ernst A.: [V 3.4](#), [P 3.5](#)  
Steffens, Diedrich: [P 1.3](#)  
Steinberg, Christian: [V 1.5](#)  
Stengl, Sabrina: [V 3.4](#)  
Tetzlaff, Frank: [P 3.2](#)  
Weber, Bernd: [P 3.5](#), [V 3.4](#)  
Wieczorek, Peter: [Exp 1](#), [Exp 2](#)  
Zech, Wolfgang: [P 1.6](#)