

Stand: 27.08.2013

## Einschätzung Terra Preta / Biokohle

### Vorbemerkung

Seit einiger Zeit wird Terra Preta als besondere Innovation angeboten: Böden des Amazonasgebietes mit einem großen Kohlenstoffvorrat, die durch eine alte, aufgrund der Bevölkerungsentwicklung heute nicht mehr nachhaltige Bewirtschaftungsform des tropischen Regenwaldes entstanden sind (Scheub et al. 2013). Diese Terra Preta ist häufig Namensgeberin für ein künstlich hergestelltes Substrat, das auf technischem Wege den Humusverlust unserer Böden ausgleichen soll. Ähnliche Produkte werden auch unter dem Namen Biochar, Biokohle oder Hydrothermale Kohle angeboten, die sich zwar in Herstellung und Eigenschaften deutlich unterscheiden (Schimmelpfennig und Glaser 2012), gerade in der populären Verbreitung aber immer auf Mythos und Exotik der Terra Preta beziehen; sie werden deswegen im Folgenden Terra Preta benannt, wenn alle diese Produkte bzw. Verfahren gemeinsam gemeint sind.

Zentrales und erstes Ziel dieser Einschätzung ist es den Unterschied zu den in der Landwirtschaft seit Hunderten von Jahren bekannten Techniken Fruchtfolge und Rückführung von organischer Substanz in Form von Festmist und Ernteresten, sowie Kompost darzustellen und zu bewerten.

Die Wirkung auf das globale Klima durch Entzug von Kohlenstoff wird anschließend und nachrangig diskutiert. Grund für diese Prioritätensetzung ist die Überlegung, dass die für die Kompost- oder die Terra-Preta-Wirtschaft notwendigen Ausgangsstoffe (Ernterückstände, Holz etc.) aus der land- oder forstwirtschaftlichen Produktion stammen. Diese Stoffe führen in ihrem natürlichen Kreislauf zu einem adäquaten Humusgehalt im Boden und nicht zur Erhöhung des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehaltes. Fehlentwicklungen in der Land- und Forstwirtschaft führen zur Verminderung dieses Humusgehaltes, Übernutzung fossiler Brennstoffe wiederum zur kritischen Erhöhung atmosphärischen CO<sub>2</sub>. Zum notwendigen Erhalt der Bodenfruchtbarkeit sind deswegen zunächst die Fehlentwicklungen in Land- und Forstwirtschaft zu korrigieren, statt ihre Auswirkungen mit einer fraglichen Technik zu verschleiern. Sofern sich mit dem Einsatz von Terra Preta überhaupt klimarelevante Effekte erreichen lassen, darf dieses nicht auf Kosten von Bodenqualität und Bodenfruchtbarkeit erfolgen.

Aus dieser Sicht heraus erfolgt die Bewertung der Terra Preta auf Basis klima- und bodenökologischer Erwägungen.

### Der Zustand der Böden

Ausgangspunkt der Bewertung ist der häufig durch Humusmangel und geringe biologische Aktivität geprägte Zustand der landwirtschaftlich intensiv genutzten Böden in Deutschland. Dies führt zu

Verdichtung, verminderter Wasseraufnahme-, Speicher- und Filterfähigkeit der Böden und so zu Überschwemmungen und Erosion sowie zu Erntedepressionen aufgrund von Wassermangel. Um diesem Prozess – gerade im Hinblick auf Extremwetterereignisse aufgrund des Klimawandels – erfolgreich zu begegnen, müssen aktiv Maßnahmen zur Förderung des Bodenlebens und der Bodenstruktur angewendet werden (Beste 2008).

Mithilfe vermehrter organischer Düngung, Fruchtfolgeerweiterung und intensiviertem Zwischenfruchtanbau könnte nicht nur ein aktiver Bodenstrukturaufbau betrieben werden, auch die Anforderungen an den Erosionsschutz – wie in Cross Compliance gefordert – würden erfüllt; bei gleichzeitiger Erhöhung der Wasserspeicher- und -filterfunktion. Darüber hinaus wirkt sich ein derart systemischer Ansatz positiv auf den (verringerten) Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, auf die Nährstoffversorgung und auf die Qualität der Nutzpflanzen sowie die Artenvielfalt aus.

### **Wie ist angesichts dieser Problemlage der Böden der Einsatz von Terra Preta / Biokohle zu bewerten?**

Eine Bewertung muss vor dem oben genannten Hintergrund erfolgen, denn die mit dem Terra-Preta-Einsatz beabsichtigten Effekte können auch mittels Mist- und Komposteinsatz bzw. über ausgewogene Fruchtfolgen (Humusmehrer im Wechsel mit Humuszehrer) erreicht werden. Dies entspricht der in landwirtschaftlichen Lehrbüchern allgemein vermittelten sogenannten „guten fachlichen Praxis“, die aber in der intensiven Landwirtschaft stark vernachlässigt wird. Dabei ist die folgende Frage vergleichend zwischen den Systemen zu beantworten: Kann Terra Preta die gleichen oder bessere Effekte für die Bodenqualität leisten wie Mist und/oder Kompostwirtschaft und ausgewogene Fruchtfolgen?

Effekte, die mittels Mist- und/oder Komposteinsatz bzw. durch ausgewogene Fruchtfolgen zu erzielen sind:

- Zunahme der Aggregatstabilität, Verbesserung der Bodenstruktur,
- Zunahme des Porenvolumens bei gleichzeitiger Verbesserung der Wasserhalte- und Filterkapazitäten,
- Anstieg der biologischen Aktivität,
- Anstieg des Humusgehalts,
- Verringerung der Erosionsanfälligkeit, Hochwasserschutz,
- Temperatur ausgleichend, pH-ausgleichend,
- Erhöhung der Nährstoffaustauschkapazität,
- Steigerung der Mykorrhizierung und damit Verbesserung der Nährstoffversorgung,
- Stärkung der biologischen Kontrollmechanismen von Krankheitserregern (fungizide Wirkung etc.),
- Erhöhung der Erträge bis zu 30% (Komposteinsatz),
- Zunahme der Geschmacksqualität,
- Geringerer Nitratgehalt und höherer Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen, verbesserte Lagerfähigkeit.

(Beste 2005)

Diese positiven Wirkungen müssten vom Produkt Terra Preta in gleichem Maße erzielt werden, um eine relative Vorzüglichkeit im Vergleich mit dem Einsatz von Kompost vorweisen zu können.

Bisherige Untersuchungen beinhalten diesen Vergleich nicht. Daher kann kein abschließendes Urteil gefällt werden, jedoch geben folgende Überlegungen Anlass zu großer Skepsis gegenüber Terra Preta:

- Der propagierte große Vorteil der Terra Preta ist die lange Verweilzeit der zugeführten Kohlenstoffverbindungen im Boden. Die Idee, mit Hilfe dieser „kohlenartigen“ Substanz die Bodenstruktur wieder aufzubauen und die Wasserspeicherung zu erhöhen, ist als rein technische Lösung kritisch zu hinterfragen, da sie die oben genannten Symptome – be-

sonders die „Mangelernährung“ der Bodenorganismen – nicht behebt. „Verkohlte“ Biomasse ist dem stabilen Dauerhumus vergleichbar, sie stellt keinen Nährhumus für Bodenlebewesen dar. Diese sind aber maßgeblich am Aufbau von Mittelporen und damit einer gesunden Bodenstruktur, die sowohl Wasser aufnehmen als auch speichern und filtern kann, beteiligt. Der einfache Einsatz von Kohle reicht daher nicht aus.

- Der Umwandlungsprozess von Biomasse in Terra Preta ist in Hinblick auf Schadstoffentwicklung (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)), Effektivität und Energieeinsatz kritisch zu bewerten. Offensichtlich haben hier verschiedene Verfahren und Ausgangssubstrate sehr unterschiedliche PAK-Belastungen zur Folge. Diese können zwar durchaus sehr gering sein (Freddo et al. 2012, Schimmelpfennig und Glaser 2012) und müssen auch nicht gefährdend für Pflanzen und Bodentiere sein (Busch et al. 2011), jedoch bleibt bei einer unkontrollierten Herstellung und Verwendung ein Gefährdungspotenzial.
- Die notwendigen technischen Ausstattungen, der finanzielle Aufwand und das notwendige technische Know-how verhindern einen Einsatz im (klein)bäuerlichen Betrieb. Der Landwirt wäre somit in einem wesentlichen Bereich, dem Erhalt seiner Bodenfruchtbarkeit auf Fremdfirmen angewiesen.
- Da biogene Abfallstoffe eine wichtige Quelle für Terra Preta sind, besteht eine große Gefahr kriminellen Missbrauchs, wie er jetzt schon im Abfallbereich nicht selten ist. Gerade die Erfahrung mit kontaminierten Klärschlämmen und industriellen Reststoffen auf Ackerflächen sollte hier vorsichtig stimmen (Kammann 2012, Kröfges 2007). Dies wird verstärkt durch die Gefahr hoher Schadstofffrachten durch schlechte Prozessführung (Keiluweit et al. 2012).

Da für Humuswirtschaft und Terra-Preta-Produktion vom gleichen Ausgangsmaterial ausgegangen wird, muss verglichen werden, welche Technologie im Hinblick auf Verwertung, Kreislaufwirtschaft, Ressourcenschutz, Energieeffizienz, CO<sub>2</sub>-Bilanz und Bodenaufwertung (alle Bodenfunktionen) sowie pflanzenbauliche Vorteile (z. B. phytosanitäre Effekte) die beste Bilanz aufweist. Gerade die Energieeffizienz sollte überprüft werden, da sowohl beim Prozess der Pyrolyse als auch bei hydrothermalen Verfahren zunächst Energie eingesetzt werden muss. Die Frage ist, wie viele positive Prozesse im Boden können mit dem vorgeschalteten Einsatz an Energie bei Kompost oder bei Terra Preta/Biokohle induziert werden? Dies sollte vergleichend mit Mist- bzw. Kompostgaben untersucht werden wie dies von Qayyum et al. (2012) in einem ersten Ansatz gemacht wurde. Die meisten Studien, wie die von Sohi et al. (2009), beschreiben zwar ausführlich, aber eben nicht vergleichend mit konventioneller Mist- / Kompostwirtschaft die Eigenschaften der Terra Preta. Als AK Bodenschutz des BUND sehen wir es als absolut vorrangig an, in Bodenschutz- und Landwirtschaftsgesetzgebung (Definition der „guten fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung“) die Grundlage für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit zu sichern (Beste und Valentin 2010), bevor neue und fragwürdige Technologien gefördert werden.

### **Terra Preta als Kohlenstoffsенke in Böden**

Terra Preta wird aber nicht nur als Bodenverbesserer betrachtet, sondern als Weg, den Boden als Kohlenstoffsенke zu nutzen. Dieser Effekt von Terra Preta kann nur dann positiv bewertet werden, wenn es tatsächlich zu anhaltenden Bodenverbesserungen kommt. Eine positive Klimawirkung hängt von vier wesentlichen Faktoren ab (Woolf 2008):

1. der Stabilität der Biokohle,
2. der Rate, mit der die Biomasse sonst in CO<sub>2</sub> umgesetzt würde,
3. der Menge an Biokohle, die dem Boden überhaupt zugesetzt werden kann und
4. der überhaupt für diesen Prozess zur Verfügung stehenden Menge an Biomasse.

Obwohl diese Fragen nicht beantwortet sind, sich aufgrund der Langsamkeit der Prozesse auch nicht schnell beantworten lassen (Verheijen et al. 2009) und auf jeden Fall regionalen Gegeben-

heiten unterliegen, wird Terra Preta auch in Deutschland vielfach als Beitrag zur Vermeidung der globalen Erwärmung in den Medien diskutiert (Scheub et al. 2013). Solange noch in enormem Umfang fossile Stein- und Braunkohle verbrannt wird, kann es klimapolitisch nicht sinnvoll sein „neue Kohle“ in aufwendigen technischen Prozessen herzustellen. Sofern sie für die Bodenökologie verzichtbar sind, können holzige Abfälle stattdessen in effizienten KWK-Anlagen zum Ersatz von fossilen Brennstoffen verstromt werden. Belastbare Ökobilanzen für die vergleichende Nutzung von Reststoffen liegen bislang nicht vor.

## **Zusammenfassende Bewertung**

Für den Einsatz von Terra Preta/Biokohle muss primär erst einmal der Beweis erbracht werden, dass es bei gleichen Ausgangsmaterialien unter unseren klimatischen Bedingungen langfristig relevante Vorteile gegenüber Kompost- und Mistwirtschaft und der Einhaltung ausgewogener Fruchtfolgen mittels guter fachlicher Praxis gibt. Die Gefährdungen durch Schadstoffeinträge, durch Auslagerung relevanter Betriebsprozesse aus dem landwirtschaftlichen Betrieb und die noch sehr fraglichen bodenökologischen Effekte lassen zum jetzigen Zeitpunkt eine breite Anwendung als nicht empfehlenswert erscheinen. Ein möglicher positiver Effekt als Kohlenstoffsänke kann diese Risiken vermutlich nicht kompensieren, so dass sich auch aus dieser Erwägung heraus kein breiter Einsatz legitimieren lässt.

### **Autoren:**

Dr. Andreas Faensen-Thiebes  
Dr. Andrea Beste  
BUND AK Bodenschutz / Altlasten

### **Zitierte Literatur:**

- Beste, A. (2005): Landwirtschaftlicher Bodenschutz in der Praxis. Grundlagen, Analyse, Management. Erhaltung der Bodenfunktionen für Produktion, Gewässerschutz und Hochwasservermeidung. Verlag Dr. Köster
- Beste, A. (2008): Ansprüche an die Bodenqualität bei zu erwartenden Klimaänderungen. Vortrag Tagung Klimawandel - Auswirkungen auf Landwirtschaft und Bodennutzung, Osnabrück 2008 - Tagungsreader
- Beste, A.; Valentini, I. (2010): Bodenschutz in der Landwirtschaft. Ein Streifzug durch Paragraphen, Felder und Forschungslandschaften. In: Der Kritische Agrarbericht 2010.
- Busch, D., Kammann, C., Grünhage, L. und Müller, Ch. (2011): Simple Biotoxicity Tests for Evaluation of Carbonaceous Soil Additives: Establishment and Reproducibility of Four Test Procedures. J. Environ. Qual. 40, 1–10
- Ernsting, A. (2009): Biochar – Klimarettter oder Bumerang? In: umwelt aktuell, Oktober 2009
- Freddo, A., Cai, Ch. & Reid, B.J. (2012): Environmental contextualisation of potential toxic elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in biochar. Environmental Pollution Journal; B.
- Kammann, C. (2012): Chancen und Risiken des Einsatzes von Pflanzenkohle. Biokohle in Böden. Müll und Abfall 5/2012, S. 256-263
- Keiluweit, M., Kleber, M.M., Sparrow, M.A., Simoneit, B.R.T. und Prahel F.G. (2012): Solvent-Extractable Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Biochar: Influence of Pyrolysis Temperature and Feedstock. Environ. Sci. Technol., 46 (17), pp 9333–9341.
- Kröfges, P., Skutlarek, D., Färber, H., Baitinger, C., Gödeke, I., Weber, R. (2007): PFOS/PFOA contaminated megasites in Germany polluting the drinking water supply of millions of people. Organohalogen Comp. 69, 877-880.
- Qayyum, M.F., Steffens, D. Reisenauer, H.P. und Schubert, S. (2012): Kinetics of Carbon Mineralization of Biochars Compared with Wheat Straw in Three Soils. J. Environ. Qual. 41, 1210-1220
- Scheub, U., Pieplow, H. & Schmidt, H.-P. (2013): Terra Preta. Die schwarze Revolution aus dem Regenwald. Oekom Verlag, München, 206 S.

- Schimmelpfennig, S. und Glaser, B. (2012): One Step Forward toward Characterization: Some Important Material Properties to Distinguish Biochars. J. Environ. Qual. 41, 1001-1013
- Sohi S., Lopez-Capel, E., Krull, E. and Bol, R. (2009): Biochar, climate change and soil: A review to guide future research. CSIRO Land and Water Science Report 05/09. February 2009  
<http://www.csiro.au/files/files/poei.pdf>
- Verheijen, F.G.A., Jeffery, S., Bastos, A.C., van der Velde, M., and Diafas, I. (2009). Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 149pp.
- Woolf, D. (2008): Biochar as a soil amendment: A review of the environmental implications.  
[http://orgprints.org/13268/1/Biochar\\_as\\_a\\_soil\\_amendment\\_-\\_a\\_review.pdf](http://orgprints.org/13268/1/Biochar_as_a_soil_amendment_-_a_review.pdf)