

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission VI
Titel der Tagung: Böden – eine endliche Ressource
Veranstalter: DBG, September 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation
<http://www.dbges.de>

Bodenkundliche Untersuchungen zu torfartigen Produkten der Hydrothermalen Carbonisierung (HTC)

von

Eva Tolksdorf-Lienemann ¹⁾

& Tammo Rebling

Zusammenfassung: Die Hydrothermale Carbonisierung (HTC) ist ein umweltrelevantes und energienachhaltiges Verfahren, mit dem aus pflanzlicher Biomasse auch torfartige Produkte hergestellt werden können. Diese HTC-Produkte sind gemessen an den bodenkundlichen Parametern Schüttgewicht, Wasserkapazität, Kationenaustauschkapazität und Nährstoffgehalten Torfen geringer Zersetzung (H2) vergleichbar. Durch die prozessbedingte Keim-, Fremdstofffreiheit und Materialbeschaffenheit erfüllen sie ebenfalls die für im Gartenbau verwendeten Torfe und Torfersatzstoffe geforderten Qualitätsanforderungen.

Schlüsselworte: Torfersatz, HTC-Produkte als Torfalternative, Eigenschaften torfartiger HTC-Produkte, Biokohle, Hydrothermale Carbonisierung

Problemstellung: In Deutschland werden, trotz schwindender Ressourcen, jährlich noch ungefähr 10 Mio m³ Torf vor allem für gartenbauliche Zwecke abgebaut. Als Ersatzstoffe werden u.a. Rinden- und Holzfasersubstrate (Gruda & Schnitzler 2006, Ludwig 2007), kultiviertes Sphagnum (Gaudig & Joosten 2003) oder als Kultursubstrate bezeichnete Mischungen aus Torf mit verschiedenen Zuschlagstoffen verwendet. Wesentlich für die Eignung sind die Kennwerte des Luft- und Wasserhaushaltes, die Nährstoffbevorzugung und

-abgabe sowie die Freiheit von Unkraut- und Krankheitserregern (Penningsfeld 1983, Wrede & Bohne 2000). Die Qualitätsanforderungen regelt die OE Norm S 2021 (Bundesgesetzblatt 2006).

Torfähnliche Produkte können aber auch über das Verfahren der Hydrothermalen Carbonisierung (HTC), das die natürliche Inkohlung nachstellt, technisch erzeugt werden. Obgleich zwar für solche, in die Gruppe „Biokohle“ zu klassifizierenden Produkte, eine wesentliche Bedeutung für die nachhaltige Landbewirtschaftung propagiert wird (Lehmann & Joseph 2009), liegen bodenkundliche Untersuchungen im Hinblick auf die gartenbaulich relevanten Qualitäts-normen derzeit noch nicht vor.

Materialien und Methoden: Zur Herstellung der torfartigen HTC-Produkte wurden frisches Torfmoos- und Flatterbinsenmaterial sowie Grasschnitt verwendet. Als Referenz wurde frisches Torfmoosmaterial untersucht und Analysendaten für Hochmoortorf (Zersetzungsstufe H2) (Eis 2008) mit einbezogen.

Zur Herstellung der torfartigen Produkte wird das frische Pflanzenmaterial zerkleinert, homogenisiert, im Verhältnis von 7:3 mit 0,1 M Zitronensäure versetzt und bei 190°C für 1,5 h autoklaviert. Nach dem Abkühlen wird der Inhalt abfiltriert und der Filterkuchen bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Das frische Referenzmaterial wird bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. HTC-Produkte und Referenz werden nach dem Trocknen über ein 10mm-Sieb abgesiebt und homogenisiert.

Für HTC-Produkte und Referenzmaterial werden folgende Parameter bestimmt:

Schüttgewicht: Ein Messkolben (25ml) wird bis zur Eichmarke mit 105°C trockenem homogenisiertem Probenmaterial aufgefüllt. Das Gewicht des Aliquots wird bis auf 0,001g genau bestimmt. Das Schüttgewicht wird als Mittel aus 5 parallelen Einzel-Bestimmungen ermittelt.

Wasserkapazität: Gewichtsaliquote des getrockneten Probenmaterials werden in mit Filtrierwatte verschlossene Glassäulen über-

1) abo@nwn.de

führt und mit A.dest. vollständig benetzt. Zur Bestimmung der Wasserkapazität werden die Säulen mit jeweils 50ml A. dest. perkoliert. Das perkolierende Wasser wird in PE-Flaschen aufgefangen und dessen Volumen durch Wägung auf 0,01g genau bestimmt. Das im Probenmaterial gespeicherte Wasser wird als Differenz der aufgegebenen Gesamtwassermenge und der aufgefangenen Perkolationswassermenge bestimmt.

effektive Kationenaustauschkapazität nach Schlichting et al (1995)

C-, N-Gesamtgehalte

P-, K-Gesamtgehalte nach Bleck (1965)

NH₄- + NO₃-N, pflanzenverfügbares K + P und pH-Wert nach Schlichting et al. (1995)

Ergebnisse: Die HTC-Produkte sind fremdstofffrei und prozessbedingt auch keimfrei und weitgehend ohne Übergrößen. Bei den Produkten aus Flatterbinse bleiben Faserstrukturen des Ausgangsmaterials erhalten. Alle Produkte sind dunkelbraun und weisen einen braunkohleartigen Geruch auf.

Die Schüttgewichte karbonisierter Torfmoose sind etwa doppelt so hoch wie die des Ausgangsmaterials jedoch geringer als die natürlicher schwach zersetzter Torfe (Abb. 1). Produkte aus Grasschnitt und Flatterbinse weisen höhere Schüttgewichte als solche aus Torfmoosen auf (Abb. 1). Bei gleicher Dauer und Temperatur des Karbonisierungsprozesse sind die Lagerungseigenschaften von Biokohleprodukten

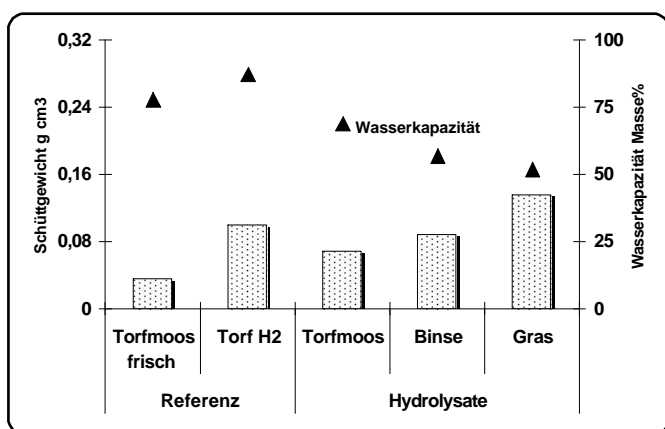


Abb. 1: Schüttgewichte und Wasserkapazitäten von HTC-Produkten und Referenzmaterial (Mittelwerte)

als allein von den spezifischen strukturellen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien bestimmt anzusehen (Lehmann & Joseph 2009).

Die Wasserkapazitäten der HTC-Produkte sind geringer als die des Referenzmaterials, liegen aber mit grundsätzlich >50Masse% deutlich über der für gartenbaulich genutzte Torfe und Torfersatzstoffe geforderten Norm.

Der Inkohlungsprozess bewirkt eine Anreicherung von Kohlenstoff und Stickstoff. Weite C/N-Verhältnisse der Torfmoose, Torfe und Torfmoos-Hydrolysate zeigen, dass Kohlenstoff die wesentliche Substanz- und Strukturkomponente darstellt, aber sowohl in natürlichen Torfen und noch stärker in den durch HTC erzeugten torfartigen Substanzen Stickstoff relativ stärker als Kohlenstoff angereichert wird (Abb. 2). Dies Phänomen wird für technologische Kohlenstoffprodukte, die bei Temperaturen ab 275°C entstehen nicht beobachtet (Chan & Xu 2009). Ob es sich dabei um einen Niedrigtemperatureffekt mit ähnlicher Auswirkung wie die Humifizierung entwässerter Torfe handelt, ist zu diskutieren bzw. sicherzustellen. Produkte aus Flatterbinse und Grasschnitt sind gemessen an der C/N-Verhältnissen im Vergleich zu den torfartigen Substanzen erheblich stickstoffreicher (Abb. 2).

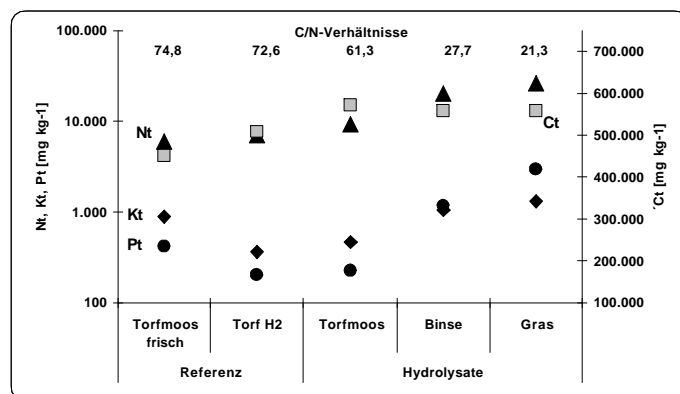


Abb. 2: Kohlenstoff- (Ct), Stickstoff- (Nt), Kalium- (Kt) und Phosphorgesamtgehalte (Pt) sowie C/N-Verhältnisse von Referenzmaterial und HTC-Produkten

Für die Hydrolysate aus Torfmoosen sind Kalium- und Phosphormasseverluste festzustellen. Die K- und P- Gehalte liegen in der Größenordnung natürlicher Torfe

(Abb. 2). Hydrolysate aus Binsen und Grasschnitt sind Kalium- und Phosphorreicher.

Bei den pflanzenverfügbaren Nährstoffen nehmen demgegenüber Ammonium- und Nitrat sowie die Kalium- und Phosphorgehalte zu und liegen jeweils über den Gehalten natürlicher schwach zersetzter Torfe und frischen Torfmoosmaterials (Abb. 3). Die HTC-Produkte aus Flatterbinse, die ein ähnlich nährstoffarmes Ausgangssubstrat wie Torfmoos darstellt, zeigen den Torfmoos-Hydrolysaten entsprechende Gehalte. Die Produkte aus Grasschnitt weisen im Vergleich die höchsten Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen auf (Abb. 3). Die Erhöhung der pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte entspricht tendenziell, jedoch nicht in den Größenordnungen, den wenigen aus der Literatur verfügbaren Daten (Shingogi 2004). Die Erhöhung der Pflanzenverfügbarkeit gegenüber dem Referenzmaterial ist auf strukturelle Veränderungen zurückzuführen und als prozessbürtiger Effekt zu bewerten. Chan & Xu (2009) zufolge treten schon bei der Niedrigtemperaturpyrolyse Veraschungseffekte auf, die in der Erhöhung der Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen resultieren. Gemessen an den Vorgaben der OE-Norm für Torfe und Torfersatzstoffe sind im Hinblick auf die pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte aller untersuchten HTC-Produkte als unbedenklich im Hinblick auf eine gartenbauliche Verwendung zu bewerten.

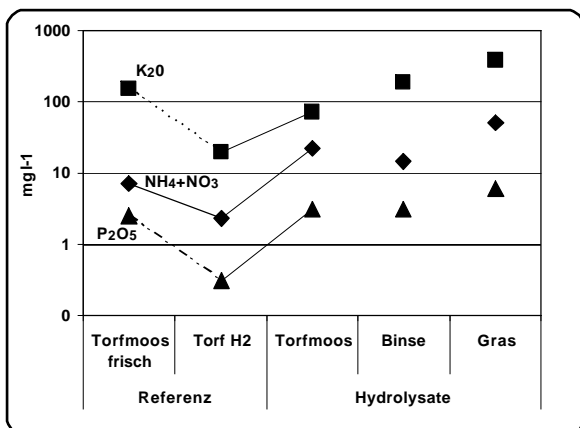


Abb. 3: Pflanzenverfügbare Kalium-, Stickstoff- und Phosphorgehalte von HTC-Produkten und Referenzmaterial

Die prozessbedingten Veränderungen betreffen auch die Kationenaustauschkapazität, die für die vorliegend untersuchten Hydrolysate um einen Faktor >10 gegenüber dem Referenzmaterial reduziert wird, dennoch aber substratabhängig mit >10 bis >30 cmolc kg⁻¹ als hoch bis extrem hoch zu bewerten ist (Abb. 4). Die KAK-Abnahme wird vor allem für Niedrigtemperaturprodukte als besonders stark beschrieben (Lehmann 2007). Materialbedingt wird die Austauschkapazität nur durch variable Ladungen gebildet und ist damit pH-abhängig. Bei Ausgangs-pH-Werten der Produkte von pH (H₂O) 4,2 – 4,8 ist davon auszugehen, dass pH-wirksame Aufbereitungen etwa durch Kalkzusatz sowie physikalische, chemische und biologische Reaktionen und Umsetzungen im Boden die KAK noch wesentlich erhöhen können (Cheng et al. 2008).

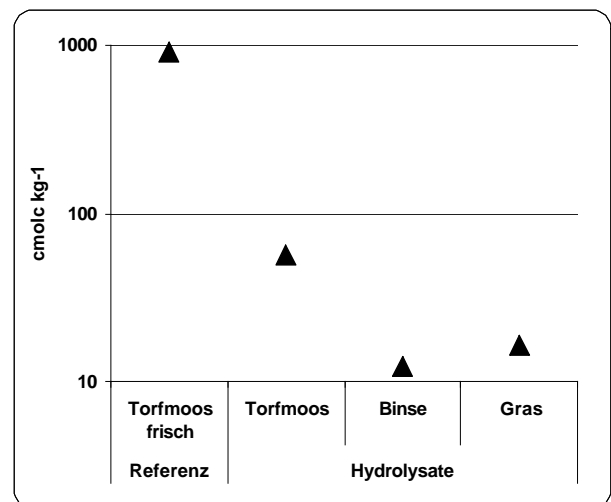


Abb. 4: Effektive Kationenaustauschkapazität von HTC-Produkten und Referenzmaterial

Literatur:

Bleck, R. (1965): Zur Durchführung der Phosphatmethode. Ausgrabungen und Funde 10. Berlin. 213-218.

Bundesgesetzblatt (2006): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen. 20-28.

Chan, K.Y. & Xu, Z. (2009) Biochar: Nutrient Properties and their Enhancement. In: Lehmann, J. & S. Joseph (ed.): Biochar. Environmental Management: Science and

Technology. Earthscan. London, Sterling, VA. 67-84.

Cheng, C. H., Lehmann, J. & M. H. Engelhard et al (2008): Natural oxidation of black carbon in soils. Changes in molecular form and surface charge along a climosequence. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol 72. 1598-1610.

Eis, K. (2008): Charakterisierung von Grundlandstorten in den Bornhorster Moorplacken. Oldenburg. 43.

Gaudig, G. & Joosten, H. (2003): Kultivierung von Torfmoosen als nachwachsender Rohstoff – Möglichkeiten und Erfolgsaussichten. *Greifsw. Geograph. Arbeiten* 31. 75-86.

Gruda, N. & Schnitzler, W. H. (2006): Holzfasersubstrate als eine Torfalternative für die Gemüseproduktion. *Holz als Roh- und Werkstoff* 64. 347-350.

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

Lehmann, J. & S. Joseph (2009): Biochar for Environmental Management: An Introduction. In: Lehmann, J. & S. Joseph (ed.): *Biochar. Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan. London, Sterling, VA. 1-12.

Penningsfeld, F. (1983): Kultursubstrate für den Gartenbau, besonders in Deutschland: - Ein kritischer Überblick. *Plant and Soil* 75. 269-281.

Schlichting, E., Blume, H.-P. & K. Stahr (1995): *Bodenkundliches Praktikum*. Blackwell, Berlin, Wien. 295.

Wrede, A. & Bohne, H. (2000): Die M-ISHS-Methode – eine praxisorientierte Untersuchungsmethode zur Ermittlung der Kennwerte des Luft- und Wasserhaushalts von Kultursubstraten. *Gartenbauwissenschaft*, 65 (5). 199-202.