

Zusammenfassung: Internationales "Final EU-COST and ANS Biochar Symposium 2015" in Geisenheim vom 28.9. – 30.9.2015



Die Hochschule Geisenheim war Ende September 2015 Tagungsort für etwa 190 Wissenschaftler, Unternehmer und Praktiker aus aller Welt, die sich mit der Herstellung und Anwendung von Biochar (Pflanzenkohle) beschäftigen. "Biochar" kann durch moderne, saubere Pyrolysetechniken aus zahlreichen biogenen Reststoffen hergestellt werden. Dazu gehören z.B. Strauch- und Astschnitt, Ernterückstände, Weinstock- und Obst-Restholz, Hackschnittsiebreste, Getreidespelzen, Papierfasern, Nussschalen oder Gärreste. Anders als bei der Verbrennung von organischen Reststoffen, bei der der Kohlenstoff der organische Masse vollständig wieder als CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre zurück kehrt, kann durch saubere Pyrolyse etwa die Hälfte des Kohlenstoffs in eine sehr zersetzungstablen Form überführt und so im menschlichen Gebrauch recycelt werden. Ein möglicher Verwendungsweg ist die Nutzung in Böden, z.B. als Trägersubstanz für organische Düngemittel. Bei modernen Verfahren wird oft auch die entstehende Abwärme genutzt oder Bioöl gewonnen – es hat mit der schwelenden, emissionsreichen Köhlereitechnik vergangener Zeiten nichts mehr gemein. Ist der Ausgangsstoff Holz, kann man das Produkt natürlich einfach "Holzkohle" nennen. Der Begriff "Pflanzenkohle" (engl. Biochar) impliziert jedoch die stoffliche Nutzung und den Verzicht auf rasche Oxidation zu CO<sub>2</sub> (d.h. auf Verbrennung oder Verrottung der Biomasse).



Abb. 1: Blick ins Auditorium und ins Foyer der Hochschule Geisenheim University während der Konferenz

Das noch sehr junge Forschungsgebiet hat seinen Ursprung in der Erforschung besonders fruchtbarer, durch Menschen erzeugter Schwarzerde-Böden vor allem im Amazonasgebiet (sog. *Amazonian dark earths*, ADE, oder portugiesisch "Terra preta"). Diese Böden enthalten nachweislich größere Mengen Pflanzenkohle und kommen an Orten vor, an denen sie auf natürliche Art und Weise nicht entstehen könnten. Amazonasschwarzerden beispielsweise enthalten neben dem hohen Anteil von Pflanzenkohle signifikant mehr Humus, haben einen höheren pH-Wert und höhere Nährstoffgehalte. Sie sind damit sehr viel fruchtbarer als umliegende saure, stark verwitterte

tropische Urwaldböden. Daher verbreitete sich vor ca. 10 Jahren die Idee wie ein Lauffeuer, atmosphärisches CO<sub>2</sub> durch Photosynthese (Biomasseproduktion) und nachgeschaltete Pyrolyse in eine stabilere Form zu binden und damit zugleich die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern. Daran waren international Forscher ebenso wie enthusiastische Ingenieure, Pionier-Entwickler und Anwender beteiligt. Auch wenn in der Praxis der Aufbau solcher fruchtbaren Schwarzerdeböden nicht so einfach ist, wie anfangs gedacht, gibt es dennoch oft überraschende Ergebnisse, die den Pionieren Mut machen, sich intensiv weiter mit dem Thema zu beschäftigen.

Um neue Biochar-Forschungsergebnisse zusammenzuführen trafen sich daher Wissenschaftler und Praktiker 2015 in Geisenheim. Es wurden auch Erkenntnisse zu Wirkungsmechanismen diskutiert und zukünftige vielversprechende Forschungs- und Entwicklungswege identifiziert. Das Geisenheimer Biochar-Symposium wurde gemeinsam durch die EU COST Action TD1107, "Biochar for sustainable environmental management" (*COST = cooperation in science and technology*, ein EU Förderprogramm für den inter-Europäischen F&E Austausch), und vom gemeinnützigen Verein ANS e.V. organisiert (Arbeitskreis für die Nutzung von Sekundärrohstoffen und Klimaschutz). Prof. Claudia Kammann, Arbeitsgruppenleiterin für "Klimafolgenforschung in Spezialkulturen", nutzte die Gelegenheit diese Organisationen nach Geisenheim einzuladen, da sie dem steering committee der COST Action angehört und deren STSMs (*short-term scientific missions*) koordiniert, und den Fachausschuss Biokohle des ANS e.V. leitet.

Die sehr anspruchsvolle Konferenz mit rund 100 Referentinnen und Referenten aus aller Welt fand große Resonanz und ein sehr positives Echo; Geisenheim wurde als sehr schöner und spezieller Ort für ein solches Treffen wahrgenommen - sogar das Wetter spielte mit, "was am schwersten zu organisieren gewesen war", wie Prof. Hans-Reiner Schultz, Präsident der Hochschule Geisenheim anmerkte, als er die Konferenz am Montag den 28. September eröffnete.



**Abb. 2 (v. links n. rechts):** Kon-Tiki Pflanzenkohleproduktion (mit Grill) auf dem Vorplatz des Konferenzorts (Abend 1. Tag); "Wein-Verkostung mit Geschichtsstunde": Wanderung durch Rheingauer Weinberge oberhalb des Rheins; Konferenzdinner in der alten Kirche des Klosters Johannisberg (Mitte, Rechts: Abend 2. Tag)

Die Konferenz war in zwei eher Grundlagenforschungs-orientierte Tage und einen Praktiker- und Anwendertag gegliedert, mit insgesamt 10 verschiedene Themenbereichen (topical sessions). Insgesamt eröffneten rund 50 Wort- und 50 Posterbeiträge neue Einblicke; die session-Leiter und keynote Sprecher fassten den jüngsten Wissensstand zusammen und bereiten gemeinsam finale EU-COST Abschlusspublikationen vor.

In der Eröffnungsrede stellte die Gastgeberin, Prof. Claudia Kammann angesichts der kontinuierlichen Erwärmung der Erdatmosphäre durch den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Diskussion, dass nur eine konzertierte Decarbonisierungs-Strategie in allen Bereichen unseres sozio-ökonomischen (anthropogenen) Energiestoffwechsels den Klimawandel noch mildern könnte. Falls das Zwei-Grad

Ziel gehalten werden soll (welches jüngst im Klimaschutzabkommen von Paris fixiert wurde), muss die Menschheit dem jüngsten Weltklimarats-Bericht (IPCC) zufolge bis Mitte dieses Jahrhunderts die Emission von CO<sub>2</sub> aus fossilen Brennstoffen um 90% reduziert haben – und zudem wieder viel CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre "herausfangen". Im IPCC-Bericht wird dies über einen massiven Einsatz von "Bioenergie plus CCS" (*carbon capture and storage*), also CO<sub>2</sub>-Flüssigabscheidung und Speicherung, angenommen. Kammann legte dar, wie unwahrscheinlich es ist, dass dieses Szenario, dass als einziges in der Lage ist die globale Erwärmung auf 2 Grad zu begrenzen, Wirklichkeit werden kann. Sie wies darauf hin, dass Pflanzenkohle vor dem Hintergrund unserer gewaltigen Ressourcenübernutzung kein Allheilmittel oder eine Entschuldigung für ein "weiter so" sein kann. Vielmehr kann diese Form des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Recyclings *nur dann* einen nennenswerten Beitrag leisten, wenn wir zu aller erst unseren gesellschaftlichen "Metabolismus" von fossilen Brennstoffen "entfrachten" – also auf erneuerbare Energien umstellen und Nachhaltigkeit an oberste Stelle setzen.

Ein **Kernthema der Nutzung von Biochar** ist dessen **Stabilität gegen Zersetzung**, aber ebenso anfängliche Befürchtungen, dass die Addition von Biochar zu Böden die raschere Zersetzung des bereits vorhandenen, bodenbürtigen Kohlenstoffs beschleunigen könnte. Diese Fragen wurden in Session 1 "Kohlenstoff-Persistenz" durch Prof. Saran Sohi vom UK Biochar Research Centre behandelt. Prof. Yakov Kuzyakov (Universität Göttingen) zeigte mittels <sup>14</sup>C labeling tracing Studien, dass selbst nach 9 Jahren Inkubation unter kontrollierten Bedingungen nur geringe Mengen des Biochars (6%) abgebaut worden waren, das meiste davon in den ersten Monaten. Er schlussfolgerte, dass unter Freilandbedingungen der überwiegende Teil von Biochar Hunderte von Jahren stabil bleiben wird. Während der "Kohlenstoff-Stabilitäts-Session" wurde ebenso die Frage nach der möglicherweise beschleunigten Zersetzung alten Bodenkohlenstoffs behandelt. Es hat sich vor allem bei länger laufenden Studien gezeigt, dass diese Gefahr als gering bzw. nur vorübergehend bewertet wird. Anfänglich beschleunigte Abbauraten, falls überhaupt vorhanden, verkehren sich häufig in das Gegenteil. Auch die Höhe von Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O) verbunden mit bestimmten Kohle-Zuschlagstoffen zu zwei verschiedenen Böden ließ sich über die physiko-chemischen Eigenschaften der C-Additive gut vorhersagen; diese waren mit Pflanzenkohle-Kohlenstoff stets am geringsten. Jeff Novak (UDSA, Florence SC.) zeigte, dass ein wichtiges Forschungsziel die Herstellung von Designer-Biochars ist, die sich sowohl zur C-Sequestrierung als auch als Mittel zur Optimierung des Wasserhaushalts im Boden eignen. Die positiven Wirkungen von Biochar auf den Boden werden in historischen Schwarzerdeböden u.a. auf die hohe Kationenaustauschkapazität zurückgeführt, die zum Teil auf Biochar mit hoher KAK und zum Teil auf den Vermehrten Humusgehalt zurück geht. Dieser "Alterungseffekt" von Kohle (Aufbau hohe KAK) kann auch durch Herstellung von Biochar-Komposten erreicht werden. Vergleiche von co-kompostierter mit natürlich gealterter Pflanzenkohle haben jedoch ergeben, dass der Prozess bei Letzteren zwar beschleunigt wird, aber nicht so ausgeprägt ist wie bei den historischen Kohlen und Kohleböden.

Detaillierte Studien unter Einsatz von stabilen Isotopen zweier Arbeitsgruppen in einer Italienischen Pappel-Biomasse-Plantage oder in einem subtropischen Grasland in Australien demonstrierten, dass oft genug in der Biochar-Forschung die Rolle von Pflanzen zu gering geschätzt wird, aber essentiell sein könnte: Die Italienische Gruppe zeigte, dass Biochar in der Gegenwart von aktiven Pflanzenwurzeln möglicherweise rascher mineralisiert wird als im Boden ohne Wurzeln, jedoch immer noch sehr, sehr viel langsamer als unbehandelte Biomasse. Im Gegenzug wurde jedoch

weniger bodenbürtiger "alter" Kohlenstoff abgebaut, sodass die Bodenatmung mit und ohne Biochar gleich hoch war. In der Australischen Studie hingegen konnte gezeigt werden, dass sich in Gegenwart von Biochar deutlich mehr neuer Bodenkohlenstoff über Wurzeln und Exsudate aufbaute ("negatives priming") als ohne Biochar. Ein solcher "Verzinsungseffekt" für den Klimaschutz mittels des eingesetzten Biochar-Kohlenstoffs durch Aufbau von weiterem, neuen Bodenkohlenstoff könnte aus globaler Sicht eventuell sogar wichtiger sein als der Speichereffekt des Biochars selbst. Der Themenkomplex der "Dauerhaftigkeit von Biochar" wurde zu Beginn des zweiten Tages in einem sehr lehrreichen Eröffnungsvortrag von Prof. Johannes Lehmann, Cornell University, New York behandelt. Er wies erneut darauf hin, wie sehr der Abbau von Biochar überschätzt werden kann, wenn die experimentelle Datenerhebung nur über kurze Zeiträume erfolgt oder die vertikale Migration ignoriert wird; und wie viel Stabilität benötigt wird, um Biochar erfolgreich als Werkzeug der C-Sequestrierung nutzen zu können. Prof. Lehmann hob hervor, dass, wie eine Meta-Analyse der verfügbaren Langzeitversuche im Feld gezeigt habe, selbst konservativ geschätzt in 100 Jahren noch mindestens 70 Prozent der in den Boden verbrachten Biochar übrig sind – und dass dies definitiv als positiver Klimaeffekt zu Buche schlägt.

Die zweite Session, geleitet von Dr. Ondrej Masek vom UK Biochar Research Center, behandelte die Produktion von Biochar (Input-Materialien, Gerätetechnik, Vor- und Nachbehandlungsarten), und die Möglichkeiten, Biochar-Eigenschaften und somit die Effekte von Biochar in Böden zu beeinflussen. Prof. Stephen Joseph, akademischer Lehrer an verschiedenen Forschungseinrichtungen in Australien und China und Biochar-Materialwissenschaftler der ersten Stunde, berichtete von interessanten und ökonomisch profitablen Praktiker-Studien, wo zur Bodenverbesserung und Düngung von degradierten Böden der Einsatz von Biochar-organomineralischen Komplexen in nur geringer Menge - und damit ökonomisch gewinnbringend - ertragssteigernd verwendet wurden. Ein besonders eindrückliches Beispiel war das eines Farmers in Australien, der seine Kühe u.a. mit Biochar fütterte, sodass deren Dung gleich Biochar enthielt. Die Einarbeitung dieses "organischen Carbondüngers" in den Boden wurde dann Mistkäfern überlassen – schon nach drei Jahren war das Bodenprofil bis in 40 cm Tiefe an vielen Stellen dunkler, und die Bodenfruchtbarkeit hatte signifikant zugenommen. Er erläuterte, dass eine solche Kaskadenwirkung beim Einsatz von Biochar sich wirtschaftlich auch ohne Subventionen trägt und daher zunehmend mit Erfolg praktiziert wird. Der Mehrfachnutzen erklärt sich aus Verbesserung der Tiergesundheit, der Bodenfruchtbarkeit und der Kohlenstoffspeicherung im Boden (Klimaschutz). Auch Hans-Peter Schmidt vom Ithaka-Institut, Schweiz, ein früher Verfechter der Kaskadennutzung, zeigte weitere faszinierende stark Ertrag-steigernde Beispiele des Einsatzes von Biochar als Düngemittelträger in Nepal (siehe unten) im Zusammenhang mit dem Ablöschen oder kalt Beladen von Biochar mit Rinderharn. Hier beruht der Effekt von Biochar wahrscheinlich auf einer langsamen Abgabe des im Rinderharn enthaltenen Stickstoffs und damit der kontinuierlichen, besseren Nutzung durch die Pflanzen.

Ein häufig behandelte Aspekt in der Biochar-Forschung in Session 3 ist die immer wieder beschworene Gefahr der Verschmutzung (z.B. durch Schwermetalle oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, PAKs). Dies wird der Fähigkeit von Biochar, diese Komponenten zu sorbieren, gegenübergestellt, denn Biochar kann ebenso bei der Remediation (Altlastensanierung) von Böden und Wasserkörpern dienen. In dieser Session, die am zweiten Tag von Dr. Thomas Bucheli (Agroscope, Schweiz) geleitet wurde, versuchte der Umwelt-Toxizitätsspezialist Prof. Gerard Cornelissen (Norwegen) eine Balance zwischen diesen beiden möglichen Janus-Gesichtern von

Biochar herzustellen. Die Session-Resultate führten zu der Experten-Schlussfolgerung, dass die immer wieder herauf beschworenen Gefahren der Bodenbelastung durch Biochar ad acta gelegt werden können, solange unbelastete Input-Materialien und moderne, technisch geeignete Produktionsverfahren zur Herstellung von Biochar eingesetzt werden und Technik, Inputmaterialien und Produkte einer Qualitätskontrolle unterliegen. Er betonte, dass es weitaus mehr Möglichkeiten zur Altlastensanierung mit Biochar gibt, die in der jüngsten Forschung im Vordergrund stehen.

Gerard Cornelissen berichtete beispielsweise von ermutigenden Ergebnisse mit stark belastetem Hafenschlick im Fjord in Oslo: Es konnte gezeigt werden, dass im Gegensatz zu organischer Masse ohne Biochar, eingebrachtes (sauberes) Biochar hundertmal stärker organische Verbindungen wie PAKs, Pestizide und Dioxine bindet, sodass diese Verschmutzungen damit nur noch gering bioverfügbar waren. Auch bei PFC-kontaminierten Flughäfen wurde Vergleichbares festgestellt. Prof. Jim Ippolito vom United States Department of Agriculture (USDA, USA) konnte von einem doppeltem Effekt berichten. Die Herstellung von Biochar aus invasiven und abgestorbenen Gehölzen in den Rocky Mountains als sinnvolle Naturschutzmaßnahme wird kombiniert mit dem Einsatz dieses Biochars zur Sanierung von durch Schwermetalle stark belastete Bergbauregionen. Auch zur Retention von organischen Schadstoffen in Regenwasserfiltrationssystemen hat sich Biochar bewährt, wie Bridget Ulrich von der Colorado School of Mines, USA, vorstellte. Thomas Bucheli von der Agroscope aus Zürich resümierte, dass Biochar eher eine Senke für weitere Schadstoffe denn Quelle darstellt – und dass das Janus-FACE bei sauberer Prozessführung eigentlich nur ein Gesicht hat. Positive Ergebnisse hat auch das fünfjährige Projekt LaTerra zur Sanierung von mit militärischen Altlaststandorten erzielt, dass von Dr. Ines Vogel, FU Berlin, vorgestellt wurde.

Eine weitere Session beschäftigte sich mit den Chancen und Möglichkeiten von Biochar und HTC-Kohle als Torfreduktions- bzw. Torfersatzstoffe. (HTC-Kohle wird mittels hydrothormaler Carbonisierung produziert, einer gänzlich anderen Technik. Diese Kohleform ist sehr viel weniger zersetzungstabil als Biochar.) Erfolgreich werden im TerraBoGa Projekt in Berlin im Gartenbau pyrolysierte Biochar aus eigenen Holzresten als Ausgangsstoff für die Torfersatz-Produktion v.a. über die Erzeugung von Pflanzenkohlekomposten eingesetzt. Aber auch HTC-Kohle, diemittels hydrothormaler Carbonisierung produziert wird, einer gänzlich anderen Technik, könnte zukünftig (aufbereitet) als Torfersatz eine wichtige Rolle spielen, auch wenn diese Kohleform sehr viel weniger zersetzungstabil als Biochar ist. Beim Einsatz von Biochar kommen weitere Faktoren zum Tragen, wie die Verbesserung der Pflanzengesundheit durch Biochar gegenüber Schaderregern. Letzteres ist ein faszinierender und bisher zu wenig untersuchter Aspekt der Biochar-Forschung, der derzeit von einer Israelischen Forschergruppe um Prof. Ellen Graber, die die Leitung der Session hatte und Dr. Omer Frenkel (keynote speaker) angeführt wird. Zu den zahlreichen ermutigenden und wirtschaftlich interessanten neuen Forschungsergebnissen gehört die Stimulation der pflanzlichen Immunabwehr mittels kleiner Mengen von Biochar, die dem pflanzlichen Wachstumssubstrat hinzugefügt wurden. Hier gilt wie in der Medizin, es kommt auf die Dosis an: "Wenig" hatte oft positivere Effekte als "viel". Beim Design von speziellen Biochars für gezielte Anwendungen, sei es als Torfersatz oder zur Stärkung der Boden- und Pflanzengesundheit, gibt es noch viele Aufgaben für die Forschung.

Verschiedene Sessions (Bsp. Session 5: Keynote Vortrag Prof. Alessandro Peressotti, University of Udine, Italien) behandelten die Nutzung von Biochar in der landwirtschaftlichen Praxis (Ackerbau und Viehzucht). Es zeigt sich immer deutlicher, dass die ursprüngliche, heute als etwas naiv betrachtete Idee, große Mengen von purem, unbehandeltem Biochar auf landwirtschaftliche Böden auszu-

bringen, weder stark ertragsfördernd wirkt noch ökonomisch sinnvoll ist. Somit erweist sich eine solche Strategie vor allem in fruchtbaren temperaten Böden als der falsche Weg (Meta-Studie, vorgestellt von Dr. Greet Ruyschaert, ILVO, Belgien, mit Resultaten von 32 Europäischen Feldversuchen aus den frühen Tagen der Biochar-Forschung). Es wird dagegen immer deutlicher, dass ein sehr viel nutzbringender Weg der Einsatz kleiner Mengen von Biochar in nährstoffreichen Umgebungen ist: Bsp. als Silier-Hilfsmittel, als Zuschlagsstoff in der Tierernährung, zur Konditionierung von Gülle und zur Verbesserung des Stallklimas, oder einfach als Carbon-Düngemittelträger. In Folge macht sich dieser Einsatz im Viehstall durch seinen Mehrfachnutzen bezahlt: Durch die Reduktion von Methan und Lachgas, durch die Erhöhung der Tiergesundheit, wie es durch Uli Rothenbühler (EM Schweiz) noch einmal ausgeführt wurde, und durch die Aufladung der Pflanzenkohle mit Nährstoffen in diesem Prozess und den damit verbundenen Langzeiteffekten. Sinnvoll ist auch der Einsatz von Biochar als kohlenstoffbasiertes Trägermittel für Düngemittel bzw. organische Wirtschaftsdünger. Viele Versuche haben gezeigt, dass die große Wirkung in der Ertragssteigerung durch die kleine Dosis im Pflanzloch oder der Saatrille (Unterfußdüngung) eines solchen Biochar-Düngemittels oder Biochar-Komposts (wie beim "conservation farming") wahrscheinlich sehr viel größere wirtschaftliche Anreize durch Ertragsteigerung bewirken kann, v.a. wenn die Kosten für die Herstellung durch gelegentliche Verwendung von landwirtschaftlichen Reststoffen aus der eigenen Produktion weiter sinken. Hier waren die Resultate und Fallbeispiele der Vorträge von Prof. Dr. Joseph (Australien, China, Südamerika) und Hans-Peter Schmidt (Nepal, einschließlich Wiederaufforstungsprojekte) besonders wegweisend, mit Ertragssteigerungen von +30 bis +300%, verglichen mit Kontrollen mit gleicher Nährstoffgabe. Auch konnte Prof. Lidia Sas Paszt vom Forschungsinstitut für Obstanbau von der Universität Skierniewice in Polen hervorragende Ergebnisse bei Obstkulturen im Freiland durch gezielte Biochar-Kompost-Gaben vorstellen; hier wurden besonders das Pflanzenwachstum fördernde Mikroorganismen vermehrt nachgewiesen (*beneficial plant-growth promoting microbes*).

Weitere Sessions behandelten das Potential von Biochar oder Biochar-Verbundstoffen (Düngemittel, Komposte usw.) zur Reduktion von nicht-CO<sub>2</sub> Treibhausgasemissionen, v.a. Lachgas (N<sub>2</sub>O). Die Konzentration von N<sub>2</sub>O steigt weltweit an, aufgrund des exzessiven Einsatzes von N-Düngemitteln und durch den gezielten Anbau von N<sub>2</sub>-fixierenden Leguminosen (um 7 Milliarden Menschen zu ernähren). In dieser von Prof. Claudia Kammann (Geisenheim University) geleiteten Session wurden neue, interessante Hypothesen von Dr. Nele Ameloot (Belgien), Dr. Kurt Spokas (USDA, USA) und zahlreichen weiteren Wissenschaftlern beleuchtet, die die möglichen Mechanismen für die häufige starke Reduktion von Lachgas (N<sub>2</sub>O)-Emissionen bei Nutzung von Biochar betreffen. Diese Effekte sind immer noch nicht gut in ihrem Wirkungszusammenhang verstanden. Die stärkste N<sub>2</sub>O-Emissionsreduktion ist jedoch voraussichtlich über einen verringerten Einsatz von (Mineral-)Düngemitteln zu erzielen, wenn Biochar als Düngemittelträger für organische Wirtschaftsdünger verwendet wird.

Während des Praktikertages wurden vielversprechende Ansätze zum Recycling von Phosphor, einer begrenzten natürlichen Ressource aber zugleich einem unverzichtbaren Nährstoff für das Pflanzenwachstum durch verschiedene Verfahren vorgestellt: Prof. Thomas Appel und Kevin Friedrich von der Fachhochschule Bingen stellten das Pyreg-Verfahren und Daniel Steckenmesser von der Justus-Liebig-Universität Gießen ein kombiniertes Verfahren zur Phosphor-Wiederrückgewinnung aus (durch Pyrolyse oder HTC hygienisiertem Klärschlamm) vor. Weitere interessante,

nicht-landwirtschaftliche Nutzungswege von Biochar wurden diskutiert, bspw. der Einsatz von Biochar als Komponente in Baumaterialien, vorgestellt durch den Ingenieur und Materialwissenschaftler Michel DiTommaso aus der Schweiz: feuerfeste Biochar-Betonmischungen für den Tunnelbau erwiesen sich in ersten Tests als tauglich, ebenso führten solche Mischungen zur Reduktion von Stickoxids ( $\text{NO}_x$ ) Konzentrationen in den Tunneln, was in städtischen Ballungsräumen von Vorteil sein könnte.

Gegen Ende des Symposiums problematisierte Edward Someus (Terra Humana Ltd. Ungarn) den langen und komplexen Weg für europäischen Regelungen und Vereinheitlichungen der Gesetze zur industriellen Pflanzenkohleproduktion: Wichtig ist, dass durch einheitliche Regelungen nur sichere, unbelastete Biochars zugelassen werden, sowie einheitliche, klare Grenzwerte für PAKs, die zurzeit national nicht einheitlich über die jeweiligen Düngemittelverordnungen geregelt sind. Biochar aus Tierknochenmehl – mehrere Jahre im Rahmen des EU-Projektes Refertil untersucht - mit einem hohen Anteil an Phosphor, hat gute Chancen auf Zulassung, da es erklärtes Ziel der EU sei, sich unabhängig von Rohphosphatimporten zu machen.

Zusammen genommen zeigte das Symposium das Gesamtbild einer stetig voran schreitenden, Forschungs- und immer noch Enthusiasmus-getriebenen "Biochar-Evolution" anstelle einer vor 10 Jahren antizipierten "Biochar-Revolution" auf. Die Nutzbarmachung von Biochar eröffnet neue Wege und Denkansätze zum Recycling des (fossilen) atmosphärischen  $\text{CO}_2$ -Kohlenstoffs mittels Photosynthese und Pyrolyse; Wege, die über Forschung und Entwicklung beharrlich ausgebaut werden müssen, um dem Klimawandel zu begegnen - und die zu ignorieren wir uns nach einhelliger Einschätzung der Teilnehmer einfach nicht leisten können.