

Pflanzenkohle

von Hans-Peter Schmidt

Zitierweise: Schmidt HP: Pflanzenkohle
Ithaka Journal 1|2011: 75–82 (2011)
www.ithaka-journal.net
Herausgeber: Delinat-Institut für Ökologie und
Klimafarming, CH-1974 Arbaz
www.delinat-institut.org, www.ithaka-journal.net.
ISSN 1663-0521

Pflanzenkohle

von Hans-Peter Schmidt

Zwei Jahre lang galt Biokohle als ein ziemlich ungeschickter Begriff für eine der vielversprechendsten Entwicklungen in der Landwirtschaft des 21. Jahrhunderts. Da Namen mitunter über das Schicksal von Dingen entscheiden, haben sich die führenden Hersteller und Forscher darauf geeinigt, den Begriff zu ändern und künftig Pflanzenkohle anstatt Biokohle zu sagen. Denn Pflanzenkohle ist ein Produkt aus Pflanzen und für Pflanzen.

Bis vor zwei Jahren etwa, als sich eigentlich nur die Wissenschaft mit dem Thema Pflanzenkohle beschäftigte, wurde ausschließlich der englische Begriff Biochar dafür verwendet. Erst als die Entwicklung der Technik den großflächigen Einsatz in der Landwirtschaft möglich machte, schlich sich die etwas unglückliche Übersetzung Biokohle in den Sprachgebrauch. Das «Bio» des englischen Biochar steht jedoch lediglich als Abkürzung für Biomasse und nicht für das «Bio» eines bio-zertifizierten Produktes wie Bioapfel oder Biowein. Das «Bio» von Biokohle kennzeichnet also ebenso wenig wie Biogas oder Biobenzin die ökologisch nachhaltige Herstellung des Produktes, sondern besagt lediglich, dass organische Ausgangsmaterialien, also «Biomasse», als Rohstoff verwendet wurden.

Vertreter der Biobranche reagierten verständlicherweise ge- reizt, weil das Bio-Kürzel fälschlich verwendet wurde. Und die

sogenannten konventionellen Bauern, Beamten und Politiker reagierten wie gegenüber vielen «Bioideen» unnötig skeptisch und suchten nicht selten den schwachen Punkt für einen ver- hindernden Angriff.

Mit Pflanzenkohle wurde nun ein korrekter deutscher Begriff für ein wichtiges Produkt und Mittel nachhaltiger Land- und Klimawirtschaft geprägt. Die Hersteller, Praktiker und Wis- senschaftler des Gebietes hoffen, dass sich mit dem Begriff der Pflanzenkohle das damit verbundene Konzept regionaler Stoffkreisläufe und ressourcenschonender Land- und Garten- wirtschaft auch in der breiten Gesellschaft verankern lässt. Pflanzenkohle ist ein bildreicher, sympathischen, einprägsa- mer Name, der durch die Pflanzen das bindende Kreislauf- glied im Namen hält: Es ist aus Pflanzen und für Pflanzen. Es ist sicher und ist nachwachsend.

Gleichzeitig mit dem Namenswechsel hat sich die Branche auch auf eine gemeinsame, unabhängig kontrollierte Zerti- fizierung der ökologisch nachhaltigen Herstellung und An- wendung geeinigt (siehe unten). Anstatt Bio-Biokohle und Nichtbio-Biokohle wird es künftig Pflanzenkohle und Bio- Pflanzenkohle geben.

Ganz neu ist der Begriff Pflanzenkohle freilich nicht. Schon seit Jahrzehnten ist Pflanzenkohle als Nahrungsergänzungs- mittel (E153) und Futtermittel zugelassen, wobei die gleichen Reinheitsgrade und Qualitätsstandards eingehalten werden,

wie sie für die landwirtschaftlich genutzte Pflanzenkohle gefordert und kontrolliert werden.

Der Namenswechsel ist keine Frage einer schönen Marketingstrategie, sondern ein ziemlich seltenes Beispiel, wo eine ganze Branche mit all ihren unterschiedlichen Interessengruppen und Konkurrenten sich auf die Änderung des Namens ihres Hauptproduktes und Forschungsgegenstandes einigt, um die Chance zu wahren, mit Pflanzenkohle die Gefahren des Klimawandels und der sinkenden Nahrungsmittelproduktion zu verringern.

Die Gelegenheit des Namenswechsels soll im Folgenden genutzt werden, um die wichtigsten Eigenschaften, Anwendungsmöglichkeiten und Perspektiven von Pflanzenkohle noch einmal zusammenzufassen. Die Zusammenstellung stützt sich auf zahlreiche Artikel, die in den letzten beiden Jahren im Ithaka-Journal erschienen sind und dient auch als Grundlage für den Wikipedia-Eintrag zum Thema Pflanzenkohle.

Definition von Pflanzenkohle

Pflanzenkohle (engl. biochar, früher auch Biokohle genannt) wird durch pyrolytische Verkohlung rein pflanzlicher Ausgangsstoffe hergestellt. Es handelt sich um spezielle, zertifizierte Pyrokohlen, die durch zusätzliche ökologisch nachhaltige Produktions-, Qualitäts- und Einsatzbedingungen charakterisiert sind. Pflanzenkohle wird in der Landwirtschaft als Bodenverbesserer und Trägerstoff für Düngemittel sowie als Hilfsstoff für die Kompostierung und Nährstofffixierung von Gülle eingesetzt. Pflanzenkohle dient auch als Futtermittelzusatz und Nahrungsergänzungsmittel.

Pflanzenkohle – man sieht sehr schön, wie die ursprüngliche Struktur des pflanzlichen Rohstoffs erhalten bleibt.
(Foto: Andreas Thomsen)



Pflanzenkohle als Bodenverbesserer

Pflanzenkohle wird bereits seit über 2500 Jahren von vielen verschiedenen Kulturen und in zahlreichen Regionen der Welt als Bodenverbesserungsmittel eingesetzt. Dabei wurde die Pflanzenkohle meist nicht pur, sondern in Mischung mit anderen organischen Reststoffen wie Viehmist, Kompost oder Bokashi eingebracht. Die Pflanzenkohle diente dabei vor allem als Trägermittel für Nährstoffe sowie als Mikrohabitat für Bodenmikroorganismen wie Bakterien und Pilze. Das bekannteste Beispiel für den Einsatz von Pflanzenkohle zur nachhaltigen Fruchtbarmachung verwitterter Böden ist die brasilianische Terra Preta.

Nachdem der Einsatz von Pflanzenkohle bis in die Mitte des letzten Jahrhunderts weitestgehend in Vergessenheit geraten war, ist seit Ende der 1990er Jahre das wissenschaftliche Interesse an den agronomischen Möglichkeiten der Pflanzenkohle

insbesondere im Zusammenhang mit den Fragen von Humusaufbau und Kohlenstoffsequestrierung stark angewachsen. Seit 2010 wurden erste industrielle Anlagen zur Produktion von Pflanzenkohle in Betrieb genommen, wodurch Pflanzenkohle wieder vermehrt Eingang in die landwirtschaftliche Praxis gewinnt.

Durch den Eintrag von aktivierter Pflanzenkohle in landwirtschaftlich genutzte Böden lassen sich äußerst positive Auswirkungen auf die Bodenaktivität, Bodengesundheit und Ertragskapazität erzielen. In wissenschaftlichen Untersuchungen konnten unter anderem folgende Vorteile für die Bodenkulturen nachgewiesen werden:

- Deutliche Verbesserung des Wasserspeichervermögens der Böden, wodurch die aufgrund des Klimawandels auch in der Schweiz immer häufiger drohenden Trockenperioden ohne nennenswerte Ernteaufälle überstanden wer-

- den könnten. [Lehmann 2009, Glaser 2001, Pichler 2010]
- Zuwachs der Bodenbakterien, die in den Nischen der hochporösen Kohle geschützten Lebensraum finden, wodurch die Nährstoffumsetzung für die Pflanzen gefördert wird. [Thies 2009, Steinbeiss 2009]
 - Zunahme der Wurzelmykorrhizen, wodurch eine verbesserte Wasser- und Mineralstoffaufnahme sowie wirksamer Schutz gegen Pflanzenschädlinge gewährleistet wird. [Warnock 2007]
 - Adsorption toxischer Bodenstoffe wie OCP und Schwermetalle, wodurch die Lebensmittelqualität und der Grundwasserschutz verbessert werden. [Hibler 2009, Smernik 2009]
 - Höhere Bodendurchlüftung sowie bessere Aktivität von N-Bakterien und somit deutliche Reduktion der klimaschädlichen Methan- und Lachgas-Emissionen. [Kuzyakov et al. 2009, van Zwieten et al. 2009, Kammann 2010].
 - Verbesserte Nährstoffdynamik, was sowohl für erhöhtes Pflanzenwachstum als auch für Klima- und Grundwasserschutz sorgt [Chan 2009].
 - Verbesserung der Pflanzengesundheit durch induzierte Resistenz [Elad et al., 2010]

Herstellung von Pflanzenkohle

Pflanzenkohle wird unter Luftabschluss bei Temperaturen zwischen 350° und 800° C hergestellt (Pyrolyse). Unter diesen Prozessbedingungen brechen die langkettigen Moleküle der pflanzlichen Zellen auf, wobei Pflanzenkohle, Synthesegas und Wärme entstehen. Die Mineralstoffe der ursprünglichen Biomasse werden in den Poren und an der Oberfläche der Pflanzenkohle gebunden.

Traditionelle Herstellung Pflanzenkohle wurde bereits seit Beginn der Eisenzeit in sogenannten Kohlemeilern hergestellt. Als Ausgangsstoff wurde dafür meist Holz aber auch Stroh verwendet. Bei diesem traditionellen Verfahren ist die Ausbeute an Kohle relativ gering und die Synthesegase entweichen ungenutzt in die Atmosphäre.

Technische Pyrolyse Durch moderne technische Verfahren, die seit den 1990er Jahren entwickelt wurden, können nunmehr alle pflanzlichen Rohstoffe mit einem Feuchtigkeitsgehalt von bis zu 50% zu hochwertiger Pflanzenkohle pyrolysiert werden. Die bei der Pyrolyse entstehenden Synthesegase werden durch flammenlose Oxydation sehr schadstoffarm verbrannt. Ein Teil der dabei entstehenden Wärme wird zur Erhitzung der nachgeförderten Biomasse verwendet, so dass es sich insgesamt um einen energieautonomen Prozess handelt. Der weitaus größere Teil der Abwärme lässt sich zu Heizzwecken nutzen oder über Kraft-Wärme-Kopplung in Elektrizität und Wärme umwandeln.

Zwei Drittel der durch Photosynthese akkumulierten Pflanzenenergie wird in der bei der Pyrolyse entstehenden Pflanzenkohle gespeichert.

Hersteller von Pyrolyseanlagen Bekannte Hersteller von Pyrolyseanlagen zur Herstellung von Pflanzenkohle sind die deutschen Pyreg GmbH, European Charcoal AG und die australischen Eprida, Best Energies, Pacpyr. Weitere industrielle Anlagenhersteller gibt es in China und Japan.

Laut Aussage der Anlagenhersteller European Charcoal, Pyreg und Carboilino Energy sollen bis 2012 mindestens 20 Pflanzenkohle-Anlagen in Deutschland, der Schweiz und Österreich in Betrieb genommen werden. Standorte sind Kompostwerke, Stadtgärtnereien, Bauernhöfe, Gemeinden, Klärwerke und Abfallentsorger.

2010 wurden zwei industrielle Anlagen zur Herstellung von Hydrokohle (HTC-Kohle) in Betrieb genommen (Terra Nova Energy in Düsseldorf sowie AVA-CO₂ in Karlsruhe). Bei Hydrokohle handelt es sich im Vergleich zur Pflanzenkohle zwar um ein verwandtes, chemisch und physikalisch aber unterschiedliches Produkt, das gleichwohl interessante Perspektiven für den Einsatz in der Landwirtschaft aufweist [Libra 2010].

Neben den oben erwähnten industriellen Anlagen werden derzeit zahlreiche Klein- und Kleinstpyrolyse-Anlagen entwickelt, die sowohl im Haus- und Gartengebrauch als auch in Entwicklungsländern zum Einsatz kommen (siehe: Bühler & Schmidt (2010) Pflanzenkohle für Entwicklungsländer, sowie Bühler & Schmidt (210) Kochen mit Bioabfällen).

Aufladung von Pflanzenkohle

Pflanzenkohle ist kein Dünger, sondern vor allem ein Trägermittel für Nährstoffe sowie Habitat für Mikroorganismen. Um ihre bodenverbessernden Eigenschaften rasch und effizient zur Wirkung zu bringen, muss die Pflanzenkohle zunächst aufgeladen und biologisch aktiviert werden. Neben der Vermischung der Pflanzenkohle mit Kompost gibt es zahlreiche andere Methoden der Aktivierung und Herstellung von Düngern und Terra Preta ähnlichen Substraten.

Pflanzenkohle ist äußerst porös und besitzt eine enorme spezifische Oberfläche von teilweise über 300 m² pro Gramm. Aufgrund der hohen Porosität vermag die Pflanzenkohle bis zur fünffachen Menge ihres Eigengewichtes an Wasser und den darin gelösten Nährstoffen aufzunehmen. Diese Eigenschaft nennt man die Adsorptionskapazität (AK) der Pflanzenkohle, die einerseits von der pyrolysierten Biomasse und andererseits von der Pyrolysetemperatur abhängt. Im Be-

Charakterisierung von Pflanzenkohle

- 1 Nährstoffgehalte: Die Schwankungen der Nährstoffgehalte verschiedener Pflanzenkohlen sind sehr hoch (zwischen 170 g/kg und 905 g/kg). Laut Bodenverordnung müssen die Nährstoffgehalte ermittelt werden. Aufgrund der ermittelten Nährstoffgehalte ergeben sich die maximal zulässigen Mengen für die Bodeneinarbeitung. Entscheidend wären allerdings nicht die absoluten Nährstoffgehalte, sondern die jeweilige Nährstoffverfügbarkeit, welche aber schwierig zu ermitteln ist (z.B. Nährstoffverfügbarkeit von Phosphor liegt bei ca. 15%, die von Stickstoff liegt teilweise unter 1%). Nach der Bodenverordnung werden aber generell nur die absoluten Werte in Betracht gezogen.
- 2 C-Gehalt >50% [Der Kohlenstoffgehalt von Pyrokohlen schwankt je nach verwendeter Biomasse und Prozesstemperatur zwischen 25 und 95%. (z.B. Hühnermist: 26%, Buchenholz: 86%). Bei sehr mineralreichen Biomassen wie Viehmist überwiegt im Pyrolyseprodukt der Aschegehalt, entsprechend fallen diese Produkte unter die Kategorie von Aschen mit mehr oder weniger hohem Anteil an Pflanzenkohle. Solche mineralreichen Biomassen sollten im Sinne möglichst effizienter Stoffströme eher kompostiert oder fermentiert anstatt pyrolysiert werden, so dass die Nährstoffe möglichst rasch wieder pflanzenverfügbar werden.]
- 3 Molares H/C-Verhältnis <0.6 und >0.1 [Aus dem molaren H/C lässt sich der Verkohlungsgrad und damit auch die Stabilität der Pflanzenkohle ableiten. Das H/C-Verhältnis gehört zu den wichtigsten Charakterisierungsmerkmalen von Pflanzenkohle. Die Werte schwanken je nach Biomasse und Verfahren. Werte außerhalb dieses Bereiches lassen auf mangelhafte Pyrolyse-Verfahren schließen.]
- 4 Schwermetallgehalt in mg/kg: Cd 0,8 / Cr 50 / Cu 50 / Hg 0,5 / Ni 20 / Pb 67 / Zn 200 / As 10 [Wie im Falle der Kompostierung bleibt auch bei der Pyrolyse fast die gesamte Menge an Schwermetallen der ursprünglich verwendeten Biomasse im Endsubstrat erhalten. Allerdings werden die Schwermetalle sehr effizient von der Pflanzenkohle fixiert und langfristig blockiert. Wie dauerhaft diese Blockierung ist, kann jedoch bisher nicht sicher angegeben werden. Da Pflanzenkohle anders als Kompost nur einmalig (bzw. mehrfach bis zu einer maximalen Endkonzentration) in den Boden eingebracht wird, lässt sich eine toxische Akkumulierung der Schwermetalle ausschließen. Trotzdem wird es politisch kaum möglich sein, für Pflanzenkohle höhere Schwermetallgehalte als für Komposte durchzusetzen. Jedenfalls würde es einen sehr langwierigen Gang durch die Behörden nach sich ziehen. Es gibt allerdings ohnehin wenig Grund, nicht die vorgeschriebenen Grenzwerte für Schwermetalle einzuhalten. Für stärker belastete Pyrokohle gibt es hinreichend andere Einsatzmöglichkeiten.]
- 5 PAK-Gehalte (Summe der 16 Leitverbindungen der EPA) <15 mg/kg TM / PCB-Gehalt <0,2 mg/kg TM [Pflanzenkohle fixiert sehr effizient PAK, wo sie relativ rasch von Bakterien abgebaut werden. Das PAK-Risiko ist daher wahrscheinlich relativ gering. Trotzdem werden sich vorläufig keine höheren Grenzwerte für PAK durchsetzen lassen. Es ist zu beachten, dass aufgrund der hohen Absorptionskraft der Pflanzenkohle die meisten Standardmethoden zur Analyse von PAK nicht für Pflanzenkohle geeignet sind und lediglich Werte im Bereich von unter 10% des Realwertes ergeben. Eine Standardmethode wird derzeit erarbeitet.]
- 6 Furane <20 ng/kg (I-TEQ OMS);
- 7 pH-Wert – [die pH-Werte schwanken zwischen 4 und 12, stellen für die Zertifizierung kein Ausschlusskriterium dar. Sie müssen aber zwingend angegeben werden, da eine Verschiebung des Boden-pH-Wertes großen Einfluss auf die Bodenkultur hat.]
- 8 Spezifische Oberfläche und Porenvolumen [sind zwei wichtige Werte zur Charakterisierung von Pflanzenkohlen. Beide Werte hängen sowohl von der pyrolysierten Biomasse als auch von dem verwendeten Pyrolyseverfahren (v.a. Höchsttemperatur, Verweildauer, Partikelgröße) ab. Die Erhebung beider Werte ist methodisch bisher nicht standardisiert. Die Werte schwanken je nach verwendeter Methode relativ stark. Es lassen sich keine Ausschlusskriterien auf Basis dieser beiden Werte angeben.]

Für weitere Informationen über das Zertifizierungsprotokoll, das ab September 2011 von dem unabhängigen Kontrollorgan bio.inspecta europaweit abgenommen werden wird, siehe: Richtlinien für den Einsatz von Pflanzenkohle.

reich von 450° C bis 700° C entstehen Pflanzenkohlen mit der höchsten Adsorptionskapazität.

Eine weitere wichtige Eigenschaft zur Erklärung der besonderen Nährstoffdynamik der Pflanzenkohle ist die hohe Kationenaustauschkapazität (KAK). Die KAK der Pflanzenkohle ist ein Maß für die Fähigkeit, positiv geladene Ionen (Kationen) an der Oberfläche der Pflanzenkohle zu binden und bei entsprechenden Verhältnissen wieder für Pflanzen und Mikroorganismen verfügbar zu machen. Die KAK hängt ebenfalls von der Oberfläche der Pflanzenkohle ab, ist aber eine chemische Größe, die durch Sauerstoff und Bodenkontakt zunimmt und erst nach einiger Zeit ihren Höchstwert erreicht. Eine hohe KAK verhindert das Auswaschen von mineralischen wie organischen Nährstoffen und sorgt insgesamt für eine höhere Nährstoffverfügbarkeit. Eine hohe KAK bindet zudem auch toxische Moleküle, wodurch das Bodenleben geschützt wird. Die hohen AK und KAK der Pflanzenkohle führen dazu, dass sich die Pflanzenkohle hervorragend als Nährstoffträger eignet. Die von der Pflanzenkohle aufgenommenen Nährstoffe wiederum führen dazu, dass Mikroorganismen ideale Lebensräume in und um die Pflanzenkohle finden, was wiederum der gesamten mikrobiellen Belebung des Bodens und damit dem Potential für Symbiosen von Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln zugute kommt.

Prinzipien der Nährstoffaufladung von Pflanzenkohle Würde man Pflanzenkohle unbehandelt in den Boden einarbeiten, würden deren hohe Adsorptionsleistung und die wachsende KAK dazu führen, dass verfügbare Nährstoffe und Wasser im Boden von der Pflanzenkohle aufgenommen und fixiert würden. Dies wiederum würde zumindest in der Anfangszeit (einige Monate bis zu einem Jahr) und je nach Nährstoffgehalt des Bodens zur Hemmung des Pflanzenwachstums füh-

ren. Um dies zu verhindern, sollte die Pflanzenkohle vor der Eintragung in den Boden:

- 1 mit Nährstoffen und Wasser aufgeladen werden
- 2 mit Mikroorganismen besiedelt werden, wodurch die fixierten Nährstoffe leichter pflanzenverfügbar werden
- 3 durch Oxidation gealtert werden, um die KAK vor dem Eintrag in den Boden in die Nähe ihres Maximums zu bringen.

Es gibt viele verschiedene praktikable Verfahren zur Aufladung von Pflanzenkohle und damit zur Herstellung von Düngern und Bodensubstraten. Je nach Standort, Kultur, Klima, und vorhandener Technik können diese jeweils angepasst und modifiziert werden. Viele dieser Verfahren sind historisch gewachsen oder entsprechen der guten landwirtschaftlichen Praxis. Es gibt kein allgemein gültiges Patentrezept (auch wenn bereits Patente angemeldet wurden...), sondern nur die folgenden grundlegenden Prinzipien:

- 1 genügend Feuchtigkeit, damit die Nährstoffe in Lösung gehen können und die Poren der Kohle sich aufladen
- 2 eine möglichst hohe Vielfalt an möglichst organischen Nährstoffen, um keinen Mangel an bestimmten Nährstoffen aufkommen zu lassen
- 3 die wichtigsten Nährstoffe für die mikrobielle Besiedlung sind organischer Kohlenstoff und Stickstoff, welche in frischer Kohle besonders limitierend sind
- 4 das C/N-Verhältnis des Pflanzenkohle-Substrates sollte zwischen 25 und 35 liegen
- 5 die Dauer der Aufladung sollte mindestens 14 Tage betragen
- 6 Inokulation mit bodenbürtigen Mikroben durch Zusatz humusreicher Erde, Komposttee, Kompost oder durch selektierte Mikroorganismen.

Einsatzbereiche von Pflanzenkohle

- 1 Bodenhilfsstoff für die Landwirtschaft (organisch aktivierte Pflanzenkohle)
- 2 Terra Preta ähnliche Erden mit Zusatz von Pflanzenkohle (Torfersatz)
- 3 Komposthilfsstoff
- 4 Zusatzstoff für die Futtermittelsilage
- 5 Güllezusatz
- 6 Stall-Einstreu auf Basis von mikrobiell aktivierter Pflanzenkohle
- 7 Futterzusatz
- 8 Trägermittel für organische und mineralische Dünger (Carbon Fertilizer)
- 9 Nahrungsergänzungsmittel (E152)
- 10 Filtermittel für Abwasserreinigung
- 11 Boden- und Seewassersanierung
- 13 Wasserzusatz für Fischzucht und Aquarien
- 13 Saatgutpellets
- 14 Isolationsmaterial für Hausbau und damit Verbesserung des Raumklimas
- 15 Pellets für Metallurgie
- 16 Pellets für Pelletheizung
- 17 Pflanzenkohle als Ausgangsstoff für Kohlefaser, Plaste etc.

Die praktische Beschreibung verschiedener Aufladungsverfahren und Methoden zur Herstellung von Terra Preta finden Sie in: Schmidt HP: *Wege zu Terra Preta – Aktivierung von Pflanzenkohle*. Ithaka Journal 1/2011: 28–32.

Klimabilanz

Pflanzenkohle besteht zu überwiegendem Anteil aus reinem Kohlenstoff, der von Mikroorganismen nicht bzw. nur sehr langsam abgebaut werden kann. Wird diese Pflanzenkohle in landwirtschaftliche Böden eingearbeitet, bleibt ein Anteil von über 80% ihres Kohlenstoffes für mehr als 1000 Jahre stabil [Kuzyakov 2009, Schmidt 2000, Lehmann 2007] und stellt somit eine Möglichkeit dar, das ursprünglich von Pflanzen assimilierte CO₂ langfristig der Atmosphäre zu entziehen und dadurch den Klimawandel abzubremesen.

Da Pflanzenkohle über Jahrtausende relativ stabil im Erdboden verbleibt und somit Kohlenstoffsinken bildet, ist sie neben ihrer Rolle als Bodenverbesserer zunehmend als Mittel des Klimaschutzes ins Blickfeld gerückt.

Biologische Reststoffe wie Grünschnitt, Trester oder Mist werden derzeit entweder der Kompostierung, Fermentierung oder Verrottung zugeführt. Beim Kompostieren und Verrotten vergast jedoch die Biomasse zu 60%, respektive 99% als CO₂ und Methan. Bei der technisch relativ einfach konstruierbaren und somit auch dezentral einsetzbaren Pyrolyse verschwelt die Biomasse zu 40% zu reiner Pflanzenkohle; und bei der Verbrennung des Synthesegases entstehen nur relativ geringe Mengen CO₂ und keinerlei Methan oder gar Lachgas. Wird die Pflanzenkohle in den Erdboden eingearbeitet, wird der Atmosphäre dauerhaft Kohlenstoff entzogen, der folglich nicht mehr zur Klimaerwärmung beitragen kann. Da zudem die Energie des Synthesegases zur Elektri-

zitätsgewinnung eingesetzt werden kann und somit fossile Brennstoffe ersetzt, ist die Klimabilanz bei der Pyrolyse von biologischen Reststoffen im Vergleich zu deren bloßer Verrottung nahezu 95% klimapositiv. Die Pyrolyse kann zudem höchst effizient in der Reststoffverwertung eingesetzt werden. So lassen sich Reststoffe aus Biogasanlagen, Pressreste aus der Sonnenblumen-, Raps- oder Olivenöl-Herstellung, Gärreste aus der Bioethanolherstellung verwenden.

Mittels einer Pyreg-Pyrolyse-Anlage lassen sich aus je 2 Tonnen Grünschnitt rund 1 Tonne CO₂ dauerhaft der Atmosphäre entziehen (siehe Sequestrierungspotential: www.ithaka-journal.net/82). Alle Energieaufwendungen wie für den Transport des Grüngutes, dessen Zerkleinerung, den Betrieb der Anlage sowie das Einbringen der Pflanzenkohle in den Boden sind dabei bereits berücksichtigt. Die verwendete Pyrolyse-Anlage ist energieautonom und wird im kontinuierlichen Prozess betrieben. Die Energie, die zur Aufheizung der Biomasse auf über 400 Grad benötigt wird, stammt aus der Biomasse selbst und wird durch die Verbrennung des bei der Pyrolyse entstehenden Gases erzeugt [Gerber 2009].

CO₂-Zertifikate durch Einarbeitung von Pflanzenkohle in landwirtschaftliche Böden

Wird die durch Pyrolyse gewonnene Pflanzenkohle in landwirtschaftliche Böden eingebracht, lagert sie dort ähnlich wie Erdöl oder Braunkohle über mehrere Jahrtausende stabil. Der Kohlenstoff der Pflanzenkohle wird somit dem Kohlenstoffzyklus entzogen, da er weder durch Verbrennung noch durch Verrottung zu CO₂ oder Methan umgewandelt wird. Durch den Bodeneintrag der Pflanzenkohle würden die landwirtschaftlichen Böden zu Kohlenstoffsinken, die im Unterschied zu instabilem Humus als CO₂-Zertifikate

geltend gemacht werden könnten. Bei den letzten Weltklimakonferenzen gab es jedoch keine Entscheidung, derartige Sequestrierungen in einen globalen Kohlestoffhandel einzubinden. Grund dafür ist die bisher ungeklärte Frage, ob die Methode in Maßstäben durchführbar ist, die ein hinreichendes Minderungspotential enthalten und damit den administrativen Aufwand einer Aufnahme in den Kohlenstoffmarkt rechtfertigen. Die gleichzeitig bestehende Skepsis gegenüber dem realen Nutzen für die Minderung von Treibhausgasen ist der Befürchtung geschuldet, dass eine großindustrielle Pflanzenkohleproduktion eine Umwandlung von natürlichen Wäldern oder landwirtschaftlichen Flächen in Holzplantagen nach sich ziehen würde.

Klimafarming

Land- und Forstwirtschaft sind die einzigen Industriezweige, die durch Nutzung natürlicher Prozesse gezielt Kohlendioxid aus der Atmosphäre entziehen können. Alle anderen Umwelttechnologien können höchstens den Kohlendioxid ausstoß vermindern. Ob der Kampf gegen den Klimawandel jedoch tatsächlich durch die intelligente Nutzung der Land- und Forstwirtschaft zu Gunsten der Menschheit entschieden werden kann, entscheidet sich aber vor allem daran, ob es gelingt, die Arbeit der Pflanzen und die Arbeit der Ökosysteme nachhaltig in die Klimastrategie einzubinden.

James Lovelock bezeichnete Pflanzenkohle einst als die vielleicht letzte Chance für die Menschheit, doch ist die ökologische und soziale Krise, in die die Zivilisation sich im letzten Jahrhundert manövriert hat, viel zu komplex, als dass sie sich durch ein einfaches Wundermittel noch auflösen ließe. Aber Pflanzenkohle könnte tatsächlich zu einem entscheidenden Anstoß des Umdenkens werden.

Das Klimafarming-Konzept beruht nicht auf Pflanzenkohle, sondern auf Humuswirtschaft mit geschlossenen Stoffkreisläufen, Biodiversitätsförderung, Düngemittelreduktion, Ackerforstmethoden, Mischkulturen, Gründüngung, Kompost, Biogasgewinnung, Energieerzeugung, pfluglosem Anbau, nachhaltiger Tierhaltung und Artenschutz. Doch der intelligente Einsatz von Pflanzenkohle, durch den sich fast alle diese Bereiche optimieren lassen, könnte zum verbindenden Ansatzpunkt und Trojanischen Pferd zur Verwirklichung einer neuen Klima-Landwirtschaftkultur werden.

Konkreter Einsatz

Je nach angebaute Kultur werden einmalig zwischen 10 und 50 Tonnen Pflanzenkohle pro Hektar oberflächlich in den Boden eingetragen. Über die ideale Körnungsgröße können noch keine endgültigen Empfehlungen abgegeben werden. Verschiedene Versuche [Lehmann 2003] lassen aber annehmen, dass im Bereich von 2 mm bis 20 mm keine tendenziellen Unterschiede nachweisbar sind.

Die Pflanzenkohle sollte stets mit pflanzenverfügbarem Kohlenstoff und Stickstoff vermischt werden, um Nährstoffblockierungen durch die Pflanzenkohle zu verhindern. Sehr gute Erfahrungen liegen hierbei mit gut ausgereiften Komposten [siehe: Pichler 2010, Pflanzenkohle im Weinbergboden], aber auch mit Vinasse und Bokashi vor. Die Vermischung mit biologisch hochaktivem Kompost sorgt für die Aufladung der Pflanzenkohle mit Nährstoffen und vor allem für die Inokulation mit wertvollen Mikroorganismen. Wird die Pflanzenkohle unvermischt in humusarme Böden eingearbeitet, kann es zu Wachstumsverzögerungen kommen, so dass sich erst über mehrere Jahre eine positive Wirkung einstellt.

Bei zahlreichen Topf- und auch Freilandversuchen konnten bei Kulturen wie Gerste, Mais, Tomaten, Kürbis, Maniok teils erhebliche Wachstums- und Qualitätszunahmen beobachtet werden. [Crane-Droesch 2010; siehe auch: Niggli & Schmidt (2010) Pflanzenkohleversuche in Kleingärten]

In den Weinbergen des Delinat-Instituts werden seit 2008 verschiedene großflächige Feldversuche sowie zahlreiche Topfversuche zum Einsatz von Pflanzenkohle angelegt. So wurden auf einer Parzelle von 3000m² die Auswirkungen von Pflanzenkohle-Kompost Mischungen mit Varianten aus reinem Kompost, aus Gründüngung und unbehandelten Kontrollflächen verglichen. Auch wenn der Versuch über mehrere Jahre angelegt ist und es für eine abschließende Auswertung noch zu früh ist, konnte bereits gezeigt werden, dass die Wasserverfügbarkeit in Trockenperioden deutlich stieg, dass sich die Nährstoffversorgung und damit die Traubenqualität verbesserte und im Vergleich zur reinen Kompostvariante ein erhöhtes Wachstum zu verzeichnen war (siehe: Schmidt HP 2011, Pflanzenkohle im Weinbau).

Quellenverzeichnis

- Bühler L, Schmidt HP: *Pflanzenkohle in Entwicklungsländern*. Ithaka-Journal 1/2010: 284–287
- Bühler L, Schmidt HP: *Kochen mit Bioabfällen und dabei Kohle produzieren*. Ithaka-Journal 1/2010: 288–291
- Chan KY: *Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement in: Biochar for environmental management – science and technology*, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 67–84 (2009)
- Cheng C-H, Lehmann J, Thies JE, Burton SD: *Stability of black carbon in soils across a climatic gradient*. Journal of Geophysical Research 113, doi:10.1029/2007JG000642 (2007)
- Crane-Droesch A, Abiven S, Torn MS, Schmidt MW: *A Meta-Analysis of Plant Biomass Response to Biochar, with Implications for Climate Change Mitigation via Biosequestration* (2011), submitted
- Elad Y, Rav D, Meller Y, Borenshtein M, Ben Kalifa H, Silber A, Graber ER: *Induction of systemic resistance in plants by biochar, a soil-applied carbon sequestering agent*. Phytopathology 100, 913–921 (2010)
- Gerber H: *Biomassepyrolyse mit Pyroreaktor*. Ithaka-Journal 2009, ISSN 1663–0521
- Gerber H: *CO₂-Bilanz des Pyroreaktors*. Ithaka-Journal 2009, www.ithaka-journal.net/60, ISSN 1663–0521
- Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, Zech W: *The 'terra preta' phenomenon: A model for sustainable agriculture in the humid tropics*. Naturwissenschaften 88, 37–41 (2001)
- Hilber I: *Pestizidbindung durch Aktivkohle*. Ithaka-Journal 2009, ISSN 1663-0521
- Kammann C: *Biotoxizität verschiedener Biokohlen*, eingereicht
- Kammann C: *Biokohle in Böden: C-Sequestrierungsoption und Veränderung der N₂O-Emissionen nach Pflanzenkohleapplikation*, in: S. D. KTBL (S. Wulf (Ed.)), *Emissionen landwirtschaftlich genutzter Böden*,

- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Kloster Banz, Bad Staffelstein, Germany (2010)
- Kaszozi GN, Zimmerman AR, Nkedi-Kizza P, Bin Gao: *Catechol and Humic Acid Sorption onto a Range of Laboratory-Produced Black Carbons (Biochars)*, Environmental Science & Technology 2010 44 (16), 6189–6195
- Kuzyakov Y, Subbotina I, Chen H, Bogomolova I, Xu X: *Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by 14c labeling*. Soil Biology & Biochemistry 41, 210–219 (2009)
- Lehmann J, Czimczik C, Laird D, Sohi S: *Stability of biochar in soil*. In: Biochar for environmental management – science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 183–205 (2009)
- Lehmann J: *Bio-energy in the black*. in Ecology and the Environment 5(7), 381–387 (2007)
- Lehmann J: *Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments*, Plant and Soil 249: 343–357 (2003)
- Libra JA, Ro KS, Kammann C, Funke A, Berge ND, Neubauer Y, Titirici M-M, Fühner C, Bens O, Kern J, Emmerich K-H: *Hydrothermal carbonization of biomass residuals: A comparative review of the chemistry, processes and applications of wet and dry pyrolysis*. Biofuels. in press
- Niggli C, Schmidt HP: *Pflanzkohleversuche in Kleingärten – Erste Ergebnisse*. Ithaka-Journal 1/2010: 327–333
- Pichler B: *Pflanzkohle in Weinbergböden*, Ithaka-Journal II/2010
- Pyreg, www.pyreg.de (2010)
- Schmidt HP: *Pflanzkohle, ein historischer Bodenverbesserer in Europa*, Ithaka-Journal, 2009, ISSN 1663-0521
- Richtlinien für den Einsatz von Pflanzkohle im biologischen Anbau von Biochar Science Network – Version 2.3, Ithaka-Journal 1/2010: 355–359
- Schmidt, HP: *Pflanzkohle im Weinbau II*, Ithaka-Journal, 2011: 44–52
- Schmidt, HP: *Terra Preta, Pflanzkohle, Klimafarming*, Ithaka-Journal, 2009, ISSN 1663-0521
- Schmidt HP: *Wege zu Terra Preta – Aktivierung von Pflanzkohle*. Ithaka Journal 1/2011: 28–32
- Schmidt HP & Niggli C: *Pflanzkohle im Weinbau I*, Ithaka-Journal, 2010, ISSN 1663-0521
- Schmidt MWI, Noack A. G: *Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges*. GlobalBiogeochemical Cycles 14, 777–794 (2000)
- Smernik RJ: *Biochar and Sorption of Organic Compounds*. In: Biochar for environmental management – science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 289–300 (2009)
- Steinbeiss S, Gleixner G, Antonietti M: *Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity*. Soil Biology and Biochemistry 41(6), 1301–1310 (2009)
- Thies J, Rillig M: *Characteristics of biochar: Biological properties*. In: Biochar for environmental management: Science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). Earthscan, London, U.K. 85–105 (2009)
- Van Zwieten L, Singh B, Joseph S, Kimber S, Cowie A, Chan Ky: *Biochar and emissions of non-CO₂ greenhouse gases from soil*. In: Biochar for environmental management – science and technology, Lehmann J, Joseph S (Eds). earthscan, London 227–249 (2009)
- Warnock DD, Lehmann J, Kuyper TW, Rillig MC: *Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms*, Plant and Soil, vol 300, pp9–20 (2007)