

kompost
forum
schweiz

Die Herstellung von Pflanzenkohle	7
La fabrication de charbon végétal	
PAK in Pflanzenkohle	10
HAP dans le charbon végétal	
Wie verhält sich Pflanzenkohle in Ackerböden?	13
Quel est le comportement du charbon végétal dans les sols cultivés?	
Pflanzenkohle im Heimgarten	15
Le charbon végétal dans le jardin familial	

Editorial

Die Pflanzenkohle zwischen Hype und wertvoller Innovation

Eigentlich ist sie bestechend, die Idee der Nutzung von Pflanzenkohle aus biogenem Material. Sie soll entscheidend zur Bodenverbesserung beitragen und dem Klimawandel entgegenwirken. Nach den ersten Jahren der Forschung hat sich die Sichtweise und das Vorgehen differenziert. Das System Boden-Kohle ist sehr komplex, es gibt keine einfachen Rezepte. Die Einsatzmöglichkeiten von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft sind grösser als zunächst angenommen. Es gibt zusätzlich ein Potenzial bei der Tierfütterung oder beim Kampf gegen unerwünschte Geruchsemissionen von Gülle. Ein Pionier der Schweiz im Bereich Pflanzenkohle, Hans-Peter Schmid,



Alex Mathis, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften zhaw

zeigt auf den Seiten 1-6 wie es um die Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten der Kohle in der Landwirtschaft und im Gartenbau aktuell steht. Der Artikel des FiBL geht spezifisch darauf ein, wie sich die Pflanzenkohle in Ackerböden verhält (Seite 13+14). Ob die Kohle auch etwas für die Hausgartenbesitzer ist, erfahren Sie auf Seite 15-17. Da zurzeit noch wenig bis keine Erfahrungen mit der Kohle in der landwirtschaftlichen Praxis vorhanden sind, wird das compostmagazine erst ca. in einem Jahr darüber berichten können.

Aber nicht nur die Aufbereitung und Anwendung der Kohle ist eine Herausforderung, auch die technische Herstellung des „schwarzen Goldes“ verlangt von den Spezialisten alles ab (Seite 7-9). In dieser Ausgabe finden Sie auch Informationen zur möglichen Rolle der Pflanzenkohle zum Schutz des Klimas (Seite 11+12). Ebenfalls beleuchtet wird die Problematik eines möglichen Schadstoffeintrags mit der Kohle in die Böden (Seite 10). Noch gibt es viele offene Fragen bei der Herstellung und Anwendung von Pflanzenkohle. Trotzdem zeichnet sich ab, dass die Pflanzenkohle in Zukunft einen wichtigen Beitrag zum Schliessen des Kohlenstoffkreislaufes liefern wird. Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Entdeckung der Pflanzenkohle und viel Spass bei der Lektüre dieser Ausgabe.

Pflanzenkohle, eine Schlüsseltechnologie zur Schliessung der Stoffkreisläufe

Hans-Peter Schmidt, Delinat-Institut

Die Aufrechterhaltung der globalen Ökosystemdienstleistungen ist die grösste Herausforderung der Menschheit im 21ten Jahrhundert und grundlegende Voraussetzung für den Fortbestand der menschlichen Zivilisation. Das derzeitige Ungleichgewicht im globalen Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf ist nicht nur die Hauptursache des Klimawandels, sondern gefährdet unmittelbar die Ökosysteme durch Überdüngung, Artensterben und Verwüstung. Nur durch konsequentes Recycling organischen Kohlenstoffs und Stickstoffs lässt sich die Balance der Ökosysteme bewahren. Die Pflanzenkohle-Technologie könnte dabei eine Schlüsselrolle spielen, da sie nicht nur den Kohlenstoff aus verschiedenartigsten Biomassen in stabile Form umwandelt, sondern insbesondere auch flüchtige Nährstoffe aus Biomassereststoffen binden und für eine landwirtschaftliche Wiederverwendung nutzbar machen kann.

1. Biomasserecycling durch Pflanzenkohle

Die Wirtschaft ist ebenso süchtig nach Kohlenstoff wie Bakterien, Pilze, Pflanzen, ja wie überhaupt alle Lebe-



Besiedlung einer Nussbaumkohle. Foto: Kurt Wirz
www.farben-und-formen.com
Colonisation d'un charbon de noyer. Photo: Kurt Wirz
www.farben-und-formen.com

Fortsetzung Seite 2

Inhalt

Hintergrund

Pflanzkohle, eine Schlüsseltechnologie zur Schliessung der Stoffkreisläufe 1
Du charbon végétal, une technologie clé pour boucler les cycles de la matière

Die Herstellung von Pflanzkohle 7
La fabrication de charbon végétal

PAK in Pflanzkohle: Nicht den Teufel mit dem Beelzebub austreiben! 10
HAP dans le charbon végétal

Pflanzkohle: Möglicher Player im landwirtschaftlichen Klimaschutz? 11
Charbon végétal: quelle contribution agricole dans la protection du climat?

Wie verhält sich Pflanzkohle in Ackerböden? 13
Quel est le comportement du charbon végétal dans les sols cultivés?

Pflanzkohle im Heimgarten 15
Le charbon végétal dans le jardin familial

Literatur

Nachruf Hans Balmer 18

Veranstaltungen 19

Vorschau auf die Ausgabe 1/2013 20

Impressum 20

Kohlenstoff dient in der Natur also vor allem als Energie- und Nährstoffträger. Man könnte auch sagen als Akku für Solarenergie, als Gerüst jedweder natürlicher Stoffe, als mobiler Vorratsspeicher von Nährstoffen und als Festplatte für Erbinformationen. Kohlenstoff ist das zentrale Element aller Lebensprozesse.

1.2 Schliessung des Kohlenstoffkreislaufes

Um eine wirklich nachhaltige Wirtschaftsentwicklung im Einklang mit der Natur zu erreichen, müsste sich die Industrie vollständig in den beschriebenen Kohlenstoffkreislauf einbinden und nur den Kohlenstoff als Energieträger und Kunststoff verwenden, den sie aus dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf abzweigen und wieder zurückführen kann. Verbrennt man hingegen massiv Kohle, Erdöl und Erdgas, die im Laufe von vielen Millionen Jahren aus dem natürlichen Kreislauf abgeschieden wurden und dadurch überhaupt erst die klimatischen Bedingungen für die Entstehung höheren Lebens auf der Erde ermöglichten, gerät der natürliche Kohlenstoffzyklus aus dem Gleichgewicht. Um den Klimawandel und die damit einhergehenden Veränderungen der Biosphäre zu verhindern oder wenigstens abzuschwächen,

führt kein Weg daran vorbei, dass die Wirtschaft ihren Bedarf an Kohlenstoff künftig wieder ausschliesslich aus den Ressourcen des natürlichen Kohlenstoffzyklus deckt, und das heisst, die Biomasse wieder als wichtigsten Rohstoff und limitierenden Faktor allen Wirtschaftswachstums zu erkennen.

1.3 Biomasserecycling

Die Verwendung von Holz als Baumaterial ist das älteste Beispiel, wie Kohlenstoff aus Biomasse für einige Jahrhunderte dem Kreislauf entzogen wird, bevor er durch Verbrennung oder Verrottung schliesslich wieder in den Kreislauf eintritt, wobei sich die in der Biomasse zudem gespeicherten Nährstoffe in Form von Asche oder Kompost dem Boden zurückführen lassen. Bisher waren Bauholz und Kompost die einzigen Möglichkeiten, den Kohlenstoff aus Biomasse für eine Zwischennutzung zu stabilisieren und mittelfristig aus dem Kreislauf auszugliedern. Dank der Entwicklung und Kombination neuer Technologien wird dies künftig quasi für sämtliche Biomassen möglich werden.

wesen. Doch während die Wirtschaft den Kohlenstoff tief aus der Erdgeschichte raubt, um ihn zu verbrennen oder zu Kunststoffen zu verarbeiten, sind die Lebewesen darauf angewiesen, sich innerhalb des natürlichen Kohlenstoffzyklus mit dem wertvollen Energieträger und zentralen Zellbaustein zu versorgen.

Vereinfacht dargestellt läuft dieser Prozess so ab, dass Pflanzen, Algen und einige spezialisierte Bakterienarten atmosphärisches CO₂ aufnehmen und mit Hilfe von Sonnenenergie zu langkettigen Kohlenstoffmolekülen synthetisieren und in ihr Zellgewebe einbauen. Die komplexen organischen Kohlenstoffmoleküle dienen nach Ablauf des vegetativen Zyklus wiederum als Nahrunggrundlage für Mikroorganismen und für Tiere, die durch Verdauungsprozesse die komplexen Moleküle aufspalten und dabei die in den Bindungen gespeicherte Sonnenenergie für sich nutzbar machen. Am Ende dieses Prozesses sind die Kohlenstoffmoleküle wieder in ihre kleinsten stabilen Einheiten zersetzt und kehren in Form von CO₂ oder CH₄ in die Atmosphäre zurück, womit der Kreislauf von neuem beginnt.

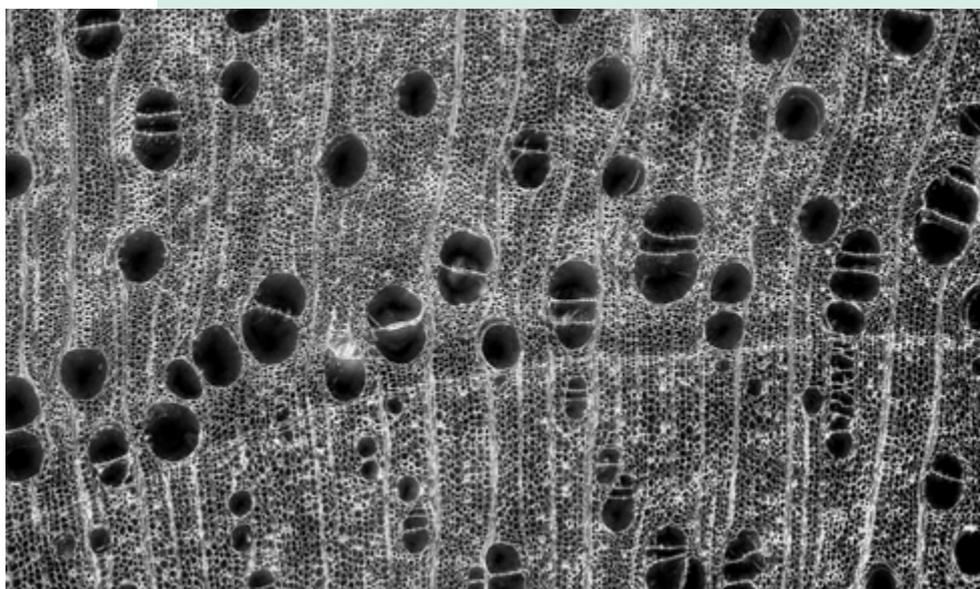
Du charbon végétal, une technologie clé pour boucler les cycles de la matière

Depuis des millénaires déjà, le charbon végétal est utilisé pour fabriquer des substrats de sol organiques, comme adjuvant du fourrage et lors de la préparation d'engrais organiques. Avec l'apparition de l'agriculture industrielle, ces anciennes techniques sont cependant tombées dans l'oubli. C'est seulement durant ces dix dernières années que les possibilités offertes par le charbon végétal ont été redécouvertes.

Le charbon végétal est extrêmement poreux et dispose d'une surface spécifique énorme qui atteint parfois 300 m² par gramme. Grâce à sa grande porosité, le charbon végétal peut absorber de l'eau et des éléments nutritifs en solution jusqu'au quintuple de son propre poids. La grande capacité d'échange anionique et cationique du charbon végétal biologiquement vieilli font du

charbon végétal un excellent support d'éléments nutritifs. Les éléments adsorbés par le charbon végétal de leur côté font que des micro-organismes trouvent dans et autour du charbon végétal des conditions de vie idéales. Cela favorise la revitalisation microbienne du sol et accroît le potentiel de symbiose entre micro-organismes et racines des plantes. Les particules de charbon végétal dans le sol évoluent avec le temps vers une sorte de point de cristallisation en formant des complexes carbo-argilo-humiques, ce qui conduit le charbon végétal à être considéré comme un élément central dans les stratégies de formation d'humus passées et à venir.

Dans le domaine non agricole également, se dessinent des formes d'utilisation prometteuses du charbon végétal. Ainsi le charbon végétal peut p. ex. être utilisé comme isolant dans l'habitat, comme moyen de stockage dans les batteries et comme matière filtrante pour l'épuration de l'eau et de l'air.



Porenstruktur einer Nussbaumkohle. Foto: Kurt Wirz (www.farben-und-formen.com)
Structure poreuse d'un charbon de noyer. Photo: Kurt Wirz (www.farben-und-formen.com)

2. Pflanzenkohle in der Landwirtschaft

Pflanzenkohle wird bereits seit Jahrtausenden zur Herstellung organischer Bodensubstrate, als Futtermittel und zur Aufbereitung organischer Dünger verwendet. Mit dem Beginn der industriellen Landwirtschaft gerieten diese alten Techniken allerdings in Vergessenheit. Erst in den letzten zehn Jahren wurden die Möglichkeiten der Pflanzenkohle neu entdeckt. Auf Basis dieser Resultate entstand in den letzten Jahren ein ganzer Wissenschaftszweig, der sich der Herstellung, Charakterisierung und Verwendung von Pflanzenkohle widmet.

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. Die hohe Anionen- und Kationenaustauschkapazität von biologisch gealterter Pflanzenkohle führt 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 Belegung des Bodens und damit dem Potenzial für Symbiosen von Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln zugutekommt. Im Boden entwickeln sich die Pflanzenkohlepartikel mit der Zeit zu einer Art Kristallisationspunkt für die Bildung von Kohle-

Fortsetzung Seite 4

1.4 Pyrolyse

Eine der vielversprechendsten Technologien zur intelligenten Nutzung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes ist die Pyrolyse. Durch Erhitzung beliebiger Biomassen unter Ausschluss von Sauerstoff entsteht dabei ein hochenergiereiches Synthesegas und biologisch wie chemisch stabile Pflanzenkohle (vgl. nachfolgenden Artikel: Die Herstellung von Pflanzenkohle). Auf diese Weise werden rund 65 % des ursprünglich in der Biomasse enthaltenen Kohlenstoffs in Form von Pflanzenkohle aufkonzentriert und stabilisiert. Die Pflanzenkohle (engl. Biochar, früher auch Biokohle genannt) besteht je nach verwendeter Biomasse aus 50 bis 90 % Kohlenstoff, der mikrobiell kaum abbaubar ist und mehrere Jahrhunderte lang als Bodenhilfsstoff oder als Baumaterial stabil dem Kohlenstoffzyklus entzogen werden kann.



Güllebehandlung mit Pflanzkohle auf dem Hof Holderstock. Bild Wilhelmine & Bruno Koller
Traitement du purin avec du charbon végétal à la ferme Holderstock. Image: Wilhelmine & Bruno Koller

Lehm-Humuskomplexen, weshalb Pflanzkohle ein zentrales Element vergangener und künftiger Humusaufbaustrategien bildet.

Wenig sinnvoll bis kontraproduktiv ist es allerdings, die Pflanzkohle, wie früher häufig empfohlen, „unaufgeladen“ und pur in grossen Mengen in die Böden einzuarbeiten. Pflanzkohle ist vor allem ein Träger- und Bindemittel für organische Nährstoffe und als solches muss es gezielt eingesetzt werden. Der Erfolg des landwirtschaftlichen Einsatzes von Pflanzkohle entscheidet sich über die strategische Einbindung in die organischen Stoffströme. Pflanzkohle allein ist wie ein Gerippe ohne Fleisch.

Entscheidend für die Aufladung der Pflanzkohle ist ihre Einbindung in ein biologisch hochaktives Milieu mit hohen Nährstoffgehalten wie es zum Beispiel im Kompost, Bokashi oder auch im Tiermagen der Fall ist. Agronomisch und auch wirtschaftlich ist es daher besonders sinnvoll, die Pflanzkohle zunächst in der Tierhaltung einzusetzen und erst dann in Verbindung mit Stalldüngern oder auch Gärrestgülle als Bodenverbesserungsmittel einzusetzen.

2.1 Kaskadennutzung von Pflanzkohle

Ebenso wie im natürlichen Kohlenstoffkreislauf dient die Pflanzkohle bei der Nutzung in der Tierhaltung vor allem als Trägermittel und Matrix für die effizientere Nutzung natürlicher Nährstoffkreisläufe. Besonders beeindruckend zeigt sich dies in der Kaskadennutzung der Pflanzkohle, wobei insbesondere die hohe Adsorptionsfähigkeit und Beeinflus-

sung der Mikrobiologie der Pflanzkohle genutzt wird:

1. Pflanzkohle wird mit 1 % vol zur Silage gemischt, womit die Bildung von Mykotoxinen verhindert, Pestizide fixiert und die Bildung von Buttersäure unterbunden werden, so dass die Fermentation sauberer abläuft und sich die Futterqualität entsprechend verbessert.
2. Über die Silage gelangt die Pflanzkohle ins Futter, wo sie das Verdauungsmilieu verbessert, die Rohfuturaufnahme erhöht und die Entstehung von Klimagasen vermindert.
3. Die Pflanzkohle wird mit 10 % vol der Einstreu untergemischt, wodurch die flüssigen Nährstoffe gebunden und Ammoniakemissionen vermindert werden. Fäulnis wird reduziert, was wiederum die Stallhygiene verbessert. Bereits nach zwei Tagen vermindert sich die Geruchsbelastung merklich.

4. Pflanzkohle wird regelmässig mit 1-5 % in die Güllegrube eingemischt, wodurch flüchtige Nährstoffe gebunden und das mikrobielle Milieu verbessert wird. So lassen sich die Nährstoffverluste reduzieren, was die Düngewirkung der Gülle verbessert, Phytotoxizität reduziert und die Klimagase vermindert.
5. Nach einer Fest/flüssig-Trennung der Gülle werden die Feststoffe zusammen mit dem Tretmist kompostiert, wodurch dank des hohen Anteils an Pflanzkohle wertvolle Schwarzerde entsteht.
6. Durch die Einarbeitung der pflanzkohlehaltigen Schwarzerde und der stabilisierten Flüssiggülle in den Boden verbessert sich die Wasserhaltfähigkeit, die Infiltrationsleistung und die Belüftung der Böden, woraus eine höhere mikrobielle Aktivität und damit höhere Fruchtbarkeit resultiert. Bodenversauerung wird vorgebeugt, die Auswaschung von Düngemitteln und Pestiziden ins Grundwasser reduziert.

Wichtige Internet-Links zur Pflanzkohle-Technologie

Hersteller von Pyrolyse-Anlagen

- Pyreg GmbH: Pyrolyse-Anlagen mit einer Jahreskapazität von 300 Tonnen Pflanzkohle: www.pyreg.de

Bezug von Pflanzkohle und Kosten

- Swiss Biochar: www.swiss-biochar.com (EBC-zertifiziert); 30 Liter des Reinsubstrates kosten den Verbraucher inkl. Versand 32 CHF, 30 Liter Terra Preta (Pflanzkohle-Kompost) 35 CHF.
- Verora GmbH: www.pflanzkohle.ch (EBC-zertifiziert).

7. Die mit organischen Nährstoffen angereicherte Pflanzenkohle, die auf diese Weise in die landwirtschaftlichen Böden gelangt, wird im Boden kaum mikrobiell abgebaut und bildet somit eine Kohlenstoffsene. Dieser Effekt wird noch verstärkt, da die Pflanzenkohle als Matrix für organische Moleküle wirkt und damit den Humusaufbau fördert.

2.2 Marktfähige Produkte auf Basis von Pflanzenkohle für die Landwirtschaft

Auch ausserhalb dieser Kaskadennutzung bestehen weitere interessante landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten der Pflanzenkohle, die auch schon Eingang in die Entwicklung marktfähiger Produkte gefunden haben:

- als Komposthilfsstoff für höhere Nährstoffeffizienz und verminderte Klimagasemissionen
- als Bindemittel für Trockentoiletten (lokale Terra-Preta-Herstellung)
- als Karbondünger in Verbindung mit mineralischen oder organischen Pflanzennährstoffen zur Verminderung von Düngemittelauswaschung und für höhere Nährstoffeffizienz
- als Depotdünger in Verbindung mit organischen Reststoffen wie Wolle, Borsten, Federn zur Aktivierung von Nährstoffen in bisher nicht genutzten Biomassen
- für die Fischzucht zur Verbesserung der Wasserqualität.

2.3 Nutzung von Pflanzenkohle in der Industrie

Auch im nichtlandwirtschaftlichen Bereich zeichnen sich

vielversprechende Nutzungsformen der Pflanzenkohle ab. So kann Pflanzenkohle als Isolationsmaterial für den Hausbau, als Reduktionsmittel für die Metallurgie, als Speichermedium für Batterien, als Ausgangsstoff für Kohlefaser und Plastik, als Filtermittel zur Abwasser- und Luftreinigung eingesetzt werden. Erste industrielle Anwendungen insbesondere für diffusionsoffene Hausdämmung sind bereits im Einsatz.

3. Qualitätskontrolle – Zertifizierung von Pflanzenkohle

Bei den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Pflanzenkohle und den vielen verschiedenen Technologien ihrer Herstellung ist eine gewissenhafte Qualitätskontrolle sowohl hinsichtlich der Produktqualität als auch der Umweltverträglichkeit ihrer Herstellung von höchster Bedeutung. Aus diesem Grund hat die European Biochar Foundation das European Biochar Certificate (EBC) entwickelt. Dank dieses Zertifikates können seit Anfang 2012 Pflanzenkohlehersteller in ganz Europa von einer unabhängigen Kontrollstelle ihre Produkte zertifizieren lassen.

4. Informationen über Pflanzenkohle

Ithaka-Journal (Online-Journal mit den meisten Informationen zur Anwendung, Herstellung und Technik von Pflanzenkohle): www.ithaka-journal.net

European Biochar Foundation (Europäische Vereinigung für Erforschung, Anwendung und Qualitätskontrolle von Pflanzenkohle): www.european-biochar.org

Rechtlicher Status der Pflanzenkohle in der Schweiz

Dünger oder Bodenverbesserungsmittel, die in der Landwirtschaft eingesetzt werden, brauchen eine Zulassung des BLW. Wenn ein Produkt keinem Düngertyp entspricht (z.B. Pflanzenkohle), braucht es eine Bewilligung. Die definitive Bewilligung des BLW mittels Definition des Düngertyps Pflanzenkohle steht zurzeit noch aus. Das BLW hat dem Delinat-Institut eine provisorische Bewilligung mit einem Kontingent für 300 Tonnen Pflanzenkohle pro Jahr als Bodenverbesserungsmittel gegeben. Ein kritischer Punkt ist der Gehalt an krebserregenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Diese Stoffe entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material. Der Gehalt dieser krebserregenden Stoffe in der Pflanzenkohle ist abhängig vom Herstellungsverfahren und dem Ausgangsmaterial. Der Richtwert von PAK für Kompost und Gärgut nach der Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung (ChemRRV) wird als Grenzwert für die Beurteilung der Pflanzenkohle herangezogen. Insbesondere die Mobilität der PAK im Boden muss geklärt werden. Sollten die Daten bezüglich PAK zeigen, dass die Annahmen unbegründet waren, kann mit einer Zulassung bis Ende Jahr gerechnet werden.

Statut juridique

L'OFAG a accordé une autorisation provisoire à l'Institut Delinat pour un contingent de 300 tonnes de charbon végétal par année pour un usage en tant qu'agent d'amélioration du sol. La teneur en hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) cancérigènes demeure encore un point critique. Une décision concernant l'autorisation définitive est attendue pour la fin de l'année.

Zuviel CO₂ in der Atmosphäre, zu wenig Kohlenstoff im Boden. Einen Ausweg aus diesem Dilemma bietet die **Pyrolyse-Pflanzenkohle**. Diese Kohle wird mittels Pyrolyseverfahren aus Grüngut hergestellt. Bei der Pyrolyse (Synonyme: Entgasung, Verschwelung, Verkohlung) werden die hochmolekularen organischen Verbindungen des Grünzugs unter Sauerstoffausschluss und durch Wärmeeinwirkung in energiereiche Gase und Teere (Pyrolysegas) aufgespalten.

Aufgrund der örtlichen Trennung von Entgasung und Verbrennung kann mittels Pyrolyse Grüngut mit hohem Aschegehalt sehr emissionsarm in Pflanzenkohle und Wärme umgewandelt werden. Dies schont wertvolles, als Baustoff zu bevorzugendes Stammholz und ermöglicht die konsequente **Rückführung** der in Rinden, Ästen und Laub konzentrierten Nährstoffe in den Boden.

Am 25. August 2012 lancierte die Firma **Kaskad-E GmbH** am Permakulturtag in Basel den Verkauf des eigens entwickelten **Pyrolysegeräts «PyroCook»**. Mit dem Gerät können – unter Verwendung des Pyrolysegases als (Koch)brenngas – grundsätzlich alle trockenen, kompakten und luftdurchlässig schüttbaren Grünmaterialien verkohlt werden. Beispiele:

- Häcksel aus Ästen, Rinde und verholzten Stengeln
- Holzäste vertikal eingefüllt, maximal daumendick
- Schalen von Baum- und Haselnüssen
- Laub, Heu, Stroh: nur in pelletierter Form
- Obstkerne und -steine, Traubentrester

Dem Gartenkompost zugefügt wirkt die Pflanzenkohle nicht nur als stabile CO₂-Senke und Geruchsfilter, sondern unterstützt den Boden auch massgeblich bei der **Wasser- und Nährstoffspeicherung**. Damit kann Energie gespart, das Klima geschont und die Bodenfruchtbarkeit gefördert werden. Ein historisches Zeugnis ist die jahrhundert alte, noch heute fruchtbare Schwarzerde im Amazonas – die so genannte **Terra Preta**, welche nachweislich mit von Menschenhand hergestellter Holzkohle durchmischt ist.



PyroCook

Pyrolysekocher



Weitere Auskunft und Verkauf:

www.kaskad-e.ch

info@kaskad-e.ch

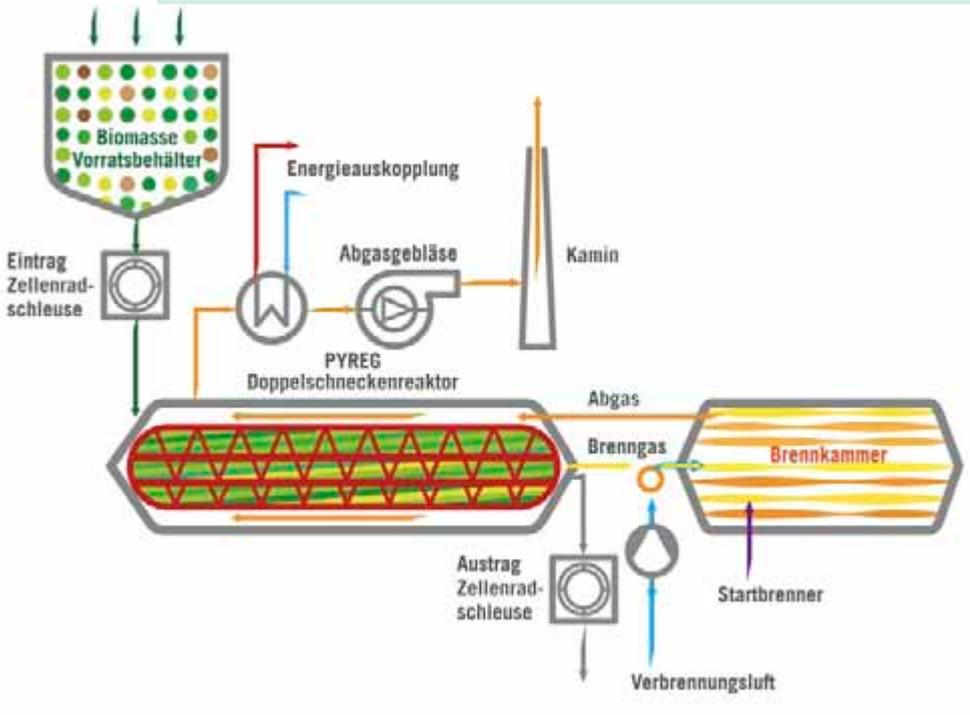
Tel. +41(0)61 534 68 86

Technische Eckdaten

Prinzip	Top Lit Up-Draft (TLUD)-Gleichstrompyrolyse mit natürlicher Ventilation, Batch-Verfahren (Brennstoff einmal einfüllen) Sekundärluftzufuhr mittels Zentralrohr
Verkohlungsgrad	ca. 25 %, bezogen auf das Trockengewicht; 1'000 g Pellets mit relativer Feuchte von 10 % = 225 g Pflanzenkohle = 180 g Cfix = 650 g CO ₂ -Äquivalent (C-Sequestrierung)
Brennstoffanforderungen	Brennwert >12 MJ/kg, Stückigkeit 5-50 mm, Feuchtegehalt <35 Gew.%, Schüttdichte >250 g/Liter, Porenvolumen der Schüttung > 25 %
Brennstoffbehälter	8 Liter Fassungsvermögen, Brenndauer: 4 h bei Pellets, ca. 1 h bei Hackschnitzeln
Leistung Brennstoff	3.5-5.0 kW (je nach Brennstoff)
Leistung im Kochtopf	35 % der Brennstoffleistung, Maximalleistung: 1.7 kW, regulierbar von 0.8-1.7 kW (1.7 kW: 4 Minuten, um 1 Liter Wasser zum Kochen zu bringen)
Gesamthöhe 750 mm, Gewicht 11 kg	

Die Herstellung von Pflanzenkohle

Nele Weisenberger



Das PYREG-Verfahren ist nicht nur preisgekrönt und klimaschonend. Die Firma ist bisher im deutschsprachigen Raum auch das einzige Unternehmen, das eine marktreife Anlage für die Herstellung von Pflanzenkohle anbieten kann.

Le procédé PYREG a non seulement reçu une distinction mais il ménage aussi le climat. Dans le monde germanophone, c'est également la seule entreprise pouvant à ce jour mettre sur le marché une installation au point pour la fabrication de charbon végétal.

Eine gute Bodenqualität ist die entscheidende Grundlage für ein gutes und schnelles Pflanzenwachstum. In allen Kulturen und Regionen dieser Welt hatten die Menschen daher immer ein grosses Interesse daran, ihren Boden zu pflegen, zu erhalten und nach Möglichkeit zu verbessern. Und sie setzten dabei erstaunlich häufig auf den Einsatz von Kohle – genau wie heute die Firma PYREG

getestet. Dazu zählen Siebreste aus der Hackschnitzelproduktion, Grünschnitt, Rübenhackschnitzel, Trester, Gärreste aus Biogasanlagen, Schlachtabfall oder Klärschlamm. Laut Gerber haben sich für die Herstellung von Pflanzenkohle Eintragsstoffe wie beispielsweise Grünschnitt, Resthölzer oder Papierfaserschlämme besonders bewährt. „Denn dieses Material bringt folgende

Eigenschaften mit: Zum einen ist der holzartige Anteil hier besonders hoch, was später, nach der Karbonisierung, die Ausbeute an Pflanzenkohle erhöht. Ausserdem erfüllen diese Eintragsstoffe auf optimale Weise die generellen Anforderungen, die unsere Anlage an das Material stellt“, betont der Diplom-Ingenieur. So muss die Biomasse aus mindestens 50 Prozent Trockensubstanz bestehen. Ausserdem muss das Material selbst einen Heizwert von mindestens 10 Megajoule pro Kilogramm haben, damit in der PYREG-Anlage der Verkohlungsprozess ohne Energie von aussen ablaufen kann. „Grundsätzlich ist es natürlich auch immer möglich, verschiedene Bio-



Mit dieser 500-kW-PYREG-Anlage lassen sich rund 1'300 Tonnen Pflanzenkohle pro Jahr herstellen. Rund 30 Eintragsstoffe hat die Firma dafür schon getestet.

Cette installation PYREG de 500 kW a une capacité de fabrication d'environ 1'300 tonnes de charbon végétal par année. L'entreprise a déjà testé environ 30 matières premières à transformer.

Fortsetzung Seite 8

Production du charbon végétal

Grâce à cette installation de pyrolyse, en principe tous les genres de biomasse organique peuvent être transformés en charbon végétal. Pour démarrer, l'installation a besoin d'une flamme pilote (au gaz liquide ou gaz naturel) pour atteindre la température de fonctionnement. Ensuite l'installation puise l'énergie nécessaire dans le processus de carbonisation. Le combustible est ensuite emmené en continu à travers un silo de réserve et une vanne rotative jusqu'au réacteur et chauffé, là, jusqu'à 800 °C. Dans le réacteur PYREG deux vis sans fin entraînées par un moteur électrique assurent le transport en continu à travers le réacteur permettant un échauffement homogène du combustible. Lors de ce processus, le matériel n'est pas brûlé comme d'habitude, mais carbonisé en absence d'oxygène. Avec ce procédé, environ un tiers de la masse introduite ressort sous forme de charbon. Le charbon végétal produit est à nouveau extrait à l'aide d'une vanne rotative, les gaz issus de la carbonisation sont eux entièrement brûlés à 1'250 °C dans un brûleur additionnel. Actuellement quatre installations du module standard PYREG 500 (500 kW) sont déjà en fonction, dont deux en Suisse: un à Belmont-sur-Lausanne,

www.swiss-biochar.com/index-fr.php

et un proche de Zoug

www.pflanzenkohle.ch

massen zu mischen, um beispielsweise den Heizwert zu steigern, die Feuchte zu senken oder ausreichend Material für einen Dauerbetrieb zu generieren“, sagt Gerber. Als besondere Herausforderung für die Pyrolyse haben sich Eingangsstoffe wie der Abfall aus der Biotonne oder Stroh herausgestellt. „Bei der Biotonne haben wir beispielsweise das Problem, dass dort oft Fremdstoffe wie Plastikverpackungen, Batterien oder Steine beigemischt sind. Bei Stroh und Heu ist oftmals die spezifische Dichte des Materials zu niedrig. Hier müssen wir das Produkt erst fein häckseln oder vorpelletieren, um es dann weiterverarbeiten zu können“, schränkt Gerber ein und ergänzt: „Allerdings haben wir die Erfahrung gemacht, dass es sehr schwer ist, pauschal zu sagen, dass sich diese organische Biomasse für die Anlage eignet und diese nicht. Dafür ist das Material, je nachdem woher es kommt, einfach zu unterschiedlich. Wir empfehlen daher immer Interessenten, im Rahmen eines Technikumtages ihr Material zu testen. Dieses Vorgehen hat sich absolut bewährt.“

So betreibt das Unternehmen am Firmensitz in Dörth eine eigene 500 kW-Anlage zu Versuchs- und Optimierungszwecken. Abhängig vom Feuchtegehalt und Heizwert des Eingangsstoffes kann diese Biomassenanlage rund 1200 Tonnen Material (gemessen an der Trockensubstanz) im Jahr zu Pflanzenkohle verarbeiten, der Brennstoffdurchsatz pro Stunde bewegt sich dabei zwischen 40 und 180 kg. Die 9 m × 3 m × 3 m grosse Anlage benötigt zum Start eine Pilotflamme (Flüssiggas oder Erdgas, ca. 30 kg), um Betriebstemperatur zu erreichen. Danach holt sich die Anlage die nötige Energie aus dem Verkohlungsprozess. Der Brennstoff wird anschliessend kontinuierlich über einen Vorratsbehälter und eine Zentralschleuse in den Reaktor eingetragen und dort auf bis zu 800 °C erhitzt. Im PYREG-Reaktor sorgen wiederum zwei von einem Elektromotor angetriebene Förderschnecken für den kontinuierlichen Transport durch den Reaktor und eine gleichmässige Erwärmung des Brennstoffes. Dabei wird das Material dann nicht wie üblich verbrannt, sondern mittels Sauerstoffentzug verkohlt. Rund ein Drittel der Eintragsmasse bleibt bei diesem Verfahren am Ende als Kohle übrig. Während die fertige Pflanzenkohle dann über eine Zentralschleuse wieder ausgetragen wird, werden die bei der Verkohlungs entstandenen Gase in einem nachgeschalteten FLOX-Brenner bei 1250 °C vollständig verbrannt. „Natürlich sind die Abgas-Emissionswerte immer vom Eingangsmaterial abhängig. Aber gerade durch die FLOX-Verbrennung ist es uns gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, das mit sehr geringen Abgasemissionen aufwartet“, betont der PYREG-Geschäftsführer. Doch nicht nur das: Mit der bei der FLOX-Verbrennung entstandenen Abgaswärme wird nicht nur der Reaktor weiter beheizt, sondern es können dazu noch bis zu 150 kW an thermischer Energie zur weiteren Nutzung ausgekoppelt werden. Wie sich das auf die Gesamtkalkulation auswirken kann, veranschaulicht Gerber



Im PYREG-Reaktor wird das Material nicht wie üblich verbrannt, sondern mittels Sauerstoffentzug verkohlt. Hier zu sehen ist Pflanzenkohle (von links nach rechts) aus Rübenschnitzel, Miscanthus, Kaffeebohnen, Biertreber, Forstabfälle und Klärschlamm.

Dans le réacteur PYREG le matériel n'est pas brûlé comme d'habitude, mais carbonisé en absence d'oxygène. On voit ici différents charbons végétaux issus de (de gauche à droite) pulpe de betterave, Miscanthus, grains de café, drêches de brasserie, déchets forestiers, boues d'épuration.

Anlagen

mit folgender Rechnung: „Bei einer Betriebsstundenleistung von rund 7500 Stunden und einem Biokohleertrag von 44 Kilogramm pro Stunde ergibt sich bei einem Biokohlekaufspreis von 360 CHF pro Tonne ein jährlicher Ertrag von 120'000 CHF. Plus die thermisch nutzbare Abgasabwärme mit rund 54'000 CHF macht das im besten Fall einen Jahresertrag von 173'500 CHF.“ Rund 360'000 CHF kostet übrigens die Anschaffung einer 500 kW-Standard-PYREG-Anlage. Sie wird am Firmensitz komplett in Eigenarbeit zusammengebaut und anschliessend als normierter Container und damit mit minimalen Transportkosten per LKW oder Schiff an ihren Bestimmungsort gebracht.

Damit liefert die PYREG GmbH ein Anlagen-Konzept, das in der Branche auf immer grösseres Interesse stösst. Vom Standardmodul PYREG 500 (500 kW) sind derzeit schon vier Anlagen in Betrieb. So wird beispielsweise ein PYREG-Reaktor von der Swiss Biochar (www.sbc.ch) in der Nähe von Lausanne in der Schweiz betrieben. Ein weiterer steht bei einem Bergbauernverbund in der Nähe

von Zug/Schweiz (www.pflanzenkohle.ch) und einer im Burgenland in Österreich (www.sonnenerde.at). Weitere Anlagen sind laut Gerber in Deutschland, Frankreich, Schweden und England geplant.

Technische Daten der PYREG-Anlage

- Brennstoffleistung: bis zu 500 kW pro Anlage
- Brennstoffdurchsatz: 40-180 kg/h, bis zu 1'300 t/Jahr (Trockensubstanz, brennstoffabhängig)
- Betriebsgrenzwerte: Heizwert > ≈10 MJ/kg, Wassergehalt < 50 %
- Pflanzenkohle-Produktion: bis zu 44 kg/h oder 350 t/Jahr (brennstoffabhängig)
- Heizwärmeleistung: bis zu 200 kW Abgaswärme (brennstoffabhängig)
- Leistungsaufnahme: ca. 7,5 kWel
- Gewicht ca. 10 t
- Abmessungen: Einbau in 30-Fuss-Anlagenplattform (ca. 9 m × 3 m × 3 m)



Komposieb

- mind. dreimal schneller als mit Wurfsieb
- minimaler Kraftaufwand
- ideal für Gruppeneinsätze und Quartierplätze

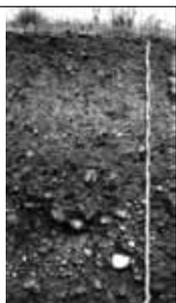
tel: 062 - 772 11 12
komposieb@jbsart.ch

Nach dem bewährten **DECOTHERM**-System: **DECOLINO**-Boxen für Einfamilienhäuser. Grundelement zwei Boxen - jederzeit erweiterbar.

ALMYRA Walter Würgler
Ludwigstr. 6
9010 St. Gallen
Tel.: 071/245 68 45
e-mail: almyra.wuergler@bluewin.ch
www.decotherm.ch



lbu
Labor für Boden- und Umweltanalytik



UNSERE KOMPETENZ IHR GEWINN

Das Dienstleistungslabor für:

- **Untersuchungen von Böden, Hofdünger, Kompost, Wasser u.a.**
- **Schadstoffanalytik**
- **Biologische Schädlingsbekämpfung**

Formulare und Versandmaterial erhalten Sie gratis beim Laborsekretariat.

Wir beraten Sie in allen Fragen der Boden- und Umweltanalytik.

Labor für Boden- und Umweltanalytik,
Postfach 150, CH-3602 Thun
Tel. +41 33 227 57 31, Fax +41 33 227 57 39
E-mail info@lbu.ch, www.lbu.ch

PAK in Pflanzenkohle: Nicht den Teufel mit dem Beelzebub austreiben!

Thomas Bucheli, Isabel Hilber, Agroscope ART; Hans-Peter Schmidt, Delinat-Institut



Die repräsentative Probenahme ist eine Voraussetzung für analytisch sinnvolle Daten. Hier die Autoren bei der Homogenisierung einer Pflanzenkohlenprobe.

La prise d'un échantillon représentatif est une condition requise pour l'obtention de données analytiques fiables. Sur l'image, les auteurs lors de l'homogénéisation d'un échantillon de charbon végétal.

Pflanzenkohle hat als organisches Bodenverbesserungsmittel eine Reihe von positiven Eigenschaften. Unter anderem besitzt sie ein ausgeprägtes Bindungsvermögen für Schadstoffe, weshalb sie zur Sanierung von entsprechend belasteten Böden in Betracht gezogen wird. Pflanzenkohle kann aber auch selber solche Rückstände enthalten, welche einerseits von den Ausgangsmaterialien herrühren (z.B. Schwermetalle) und andererseits während der Pyrolyse entstehen. Bei letzterer stehen insbesondere die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) im Vordergrund. Eigene und internationale Studien ergaben für die Summe der 16 PAK gemäss der amerikanischen Umweltbehörde Gehalte von wenigen bis wenigen hundert Milligramm pro kg Trockengewicht (Tg). Pflanzenkohle kann somit beides sein: eine Senke, aber auch eine Quelle von Schadstoffen. Insbesondere aus Sicht des Bodenschutzes gilt es deshalb, bei der Verwendung von Pflanzenkohle als Bodenverbesserer nicht den Teufel mit dem Beelzebub auszutreiben.

Die schweizerischen und internationalen Pflanzenkohleproduzenten sind sich dieser Problematik zunehmend bewusst und haben ein Pflanzenkohle-Gütezertifikat erarbeitet (www.european-biochar.org/biochar/media/doc/1340116779836.pdf), welches unter anderem die Maximalgehalte für die Summe der 16 PAK bei 4 mg/kg Tg festlegt. Dieser Gehalt orientiert sich an den massgeblichen Verordnungen (in der Schweiz ist dies die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) mit ihrem Richtwert von 4 mg/kg Tg für Kompost und Gärgut) und führt auch bei mehrfacher Boden-Applikation aller Voraussicht nach nicht zu einer Überschreitung des Richtwerts gemäss der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo; 1 mg/kg Boden).

Bis die Praxis regelmässig und zuverlässig diesen Qualitätsanforderungen genügt, bedarf es aber noch einiger Anstrengung. Zunächst gilt es von Seiten der Forschung und den Behörden ein einheitliches Vorgehen für eine repräsentative Probenahme durchzusetzen. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass der PAK-Gehalt von Stichproben verschiedener Pflanzenkohlen um bis zu 30 % variieren kann. Des Weiteren muss die Probenaufarbeitung harmonisiert werden, denn leichtflüchtige PAK

wie das Naphthalen können bei der Lufttrocknung verdampfen. Ebenso beeinflusst die Korngrössenverteilung der Probe den Gehalt. Zentral ist die Anwendung einer geeigneten Extraktionsmethode. Hier raten wir dringend, Toluol als Extraktionslösemittel zu verwenden; dies im Einklang mit der DIN 13877 für hochbelastete Böden. Andere Lösemittel sind nicht in der Lage, die stark an die Pflanzenkohle gebundenen PAK zu extrahieren und unterschätzen die tatsächlichen Gehalte beträchtlich. Schliesslich empfehlen wir, neben den Totalgehalten auch sogenannte „verfügbare Fraktionen“ von PAK in Pflanzenkohle zu quantifizieren, denn erstere sind zwar rechtlich, aber nicht notwendigerweise ökotoxikologisch relevant. Erste Versuche mit Gerste und Kresse haben ergeben, dass Pflanzen nur äusserst geringe Mengen PAK aus Pflanzenkohlesubstraten aufnehmen und dass sich diese kaum von der Kontrolle ohne Kohlezugabe unterscheiden.

Ausgestattet mit einem solchermassen optimierten und standardisierten Analyseverfahren kann die eigentliche Arbeit angegangen werden, nämlich die Minimierung der PAK-Gehalte in Pflanzenkohle in Abhängigkeit der Pyrolysebedingungen. Gegenwärtig wird dieser Prozess noch schlecht verstanden, aber erste Resultate lassen vermuten, dass Parameter wie Temperatur, Sauerstoffgehalt, Feuchte, Art des Ausgangsmaterials und die Aufenthaltszeit im Reaktor die Bildung von PAK beeinflussen. Agroscope ART und das Delinat-Institut werden sich dieser Fragestellung im Rahmen eines gemeinsamen Projektes innerhalb der COST-Action TD1107 „Biochar as option for sustainable resource management“ in den kommenden Jahren im Detail annehmen.

La problématique des polluants

Le charbon végétal peut à la fois capter des polluants mais également en être une source. Les résidus polluants proviennent des matières premières (p. ex. métaux lourds) et /ou sont formés lors de la pyrolyse. Lors de ce processus, les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) sont en particulier au premier plan. Les producteurs de charbon végétal ont reconnu la problématique de ces polluants et ont élaboré un certificat de qualité, www.european-biochar.org/biochar/media/doc/1340116779836.pdf

Lors de l'analyse du charbon végétal, le procédé homogène pour la prise d'un échantillon représentatif et la préparation de celui-ci (p. ex. la bonne méthode d'extraction) sont importants. Si le procédé d'analyse est standardisé et optimisé, les données peuvent contribuer à améliorer le processus de fabrication (pyrolyse), afin de minimiser les teneurs en HAP.

Pflanzenkohle: Möglicher Player im landwirtschaftlichen Klimaschutz?

Jens Leifeld und Roman Hüppi, Forschungsgruppe Lufthygiene/Klima, Agroscope Zürich

Rolle und Potenzial der Pflanzenkohle zur CO₂-Speicherung

Pflanzenkohle ist ein Material, welches nahezu unter Sauerstoffausschluss bei Temperaturen von 400-600 °C aus vorwiegend pflanzlichen Abfällen gewonnen wird. Während dieser sogenannten Pyrolyse ändern sich die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Materials grundlegend und es entsteht ein sehr kohlenstoffreiches, aromatisches, schwarzes Produkt, welches wie ein Schwamm für Nährstoffe und Lebensraum für Mikroorganismen dienen kann. Obwohl nach der Pyrolyse

durchschnittlich nur noch die Hälfte des im Ursprungsmaterial vorhandenen Kohlenstoffs in der Pflanzenkohle verbleibt, könnte die Pflanzenkohle einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, denn sie ist deutlich abbaustabiler als Pflanzenreste. Die Idee dahinter: Leicht verrottendes pflanzliches Material wird in Pflanzenkohle verwandelt, die sich unter Umständen über Hunderte von Jahren im Boden halten kann.

Die Idee zur Anwendung von Pflanzenkohle auf Böden fusst auf den Terra-Preta-Böden Amazoniens, die über lange Zeiträume hinweg von den Indios mit Pflanzenkohle und organischen Resten wie Kompost

fruchtbar gemacht wurden. Diese Böden sind reich an z.T. sehr stabiler Pflanzenkohle, und ähnliche stoffliche Verbindungen sind auch in hiesigen Böden, wenn auch in geringeren Konzentrationen, natürlicherweise anzutreffen. Doch kann die Pflanzenkohle das Klimaversprechen halten? Hier ist Vorsicht geboten, denn die Abbaubarkeit und damit mögliche Klimawirksamkeit als langfristige Kohlenstoffsenke hängt sehr stark von den Eigenschaften der Kohle ab – manche Pflanzenkohlen haben gegenüber z.B. Kompost vermutlich keinen deutlichen Vorteil hinsichtlich ihrer Stabilität. Daneben gilt zu bedenken, dass das Material, welches in den Pyrolysekreislauf gelangen soll, mit anderen, nützlichen Verwer-

tungswegen in Konkurrenz steht. Für eine grossflächige Ausbringung geht man von 10-50 t Pflanzenkohle je Hektare aus, allerdings im Abstand von mehreren Jahren. Solche Mengen könnten über die nicht direkt genutzten pflanzlichen Reststoffe der Schweizer Landwirtschaft nicht zur Verfügung gestellt werden – organisches Material steht in Konkurrenz mit vielen anderen Anwendungen. Dennoch kann sich der Einsatz geeigneter Pflanzenkohle aus Sicht der C-Speicherung lohnen, wenn es eine von mehreren Nutzaspekten der Kohle ist.

Rolle und Potenzial zur Reduktion von klimarelevanten Gasen

In der Landwirtschaft spielen neben CO₂, welches auch über Humusaufbau oder -abbau mit dem atmosphärischen Kreislauf verbunden ist, zwei andere wichtige Treibhausgase eine Rolle; Methan und Lachgas. Diese beiden Gase tragen zusammen zu ca. 10 % der gesamten Schweizer Treibhausgasemissionen bei. Insbesondere beim Lachgas, welches je kg ein 298-fach wirksameres Treibhausgas als CO₂ ist, kann Pflanzenkohle eine interessante Rolle spielen. Lachgas entsteht bei mikrobiologischen Umsetzungen von Stickstoffverbindungen. Landwirtschaftliche Böden sind die wichtigste Lachgasquelle, z.T. hervorgerufen durch mineralische und organische Düngung. Die meisten Studien, welche die Wirkung von Pflanzenkohle auf die Lachgasemissionen aus Böden untersuchten, finden eine z.T. deutliche Verminderung der Emissionen. Das ist ein aus Klimaschutzsicht erfreuliches Ergebnis, jedoch auch für die Landwirtschaft verheissungsvoll, da es auf tiefere Verluste des kostbaren Stickstoffs hindeutet. Über die dahinter stehenden Mechanismen herrscht allerdings noch keine Einigkeit, da Pflanzenkohle sowohl chemische als auch biologische und physikalische Eigenschaften der Böden verändert. An der Forschungsanstalt Agroscope in Zürich werden seit einiger Zeit Messungen zu den Lachgasemissionen aus Böden, welche mit Pflanzenkohle behandelt wurden, durchgeführt, um die Wirkung der Kohlen besser zu verstehen. Erst wenn die Wirkmechanismen der Pflanzenkohlen besser bekannt sind, ist eine breitere Ausbringung dieser Materialien mit der Zielsetzung des Klimaschutzes in Erwägung zu ziehen.

Weitere Aspekte der Pflanzenkohlenutzung

Die mögliche Wirkung auf Lachgasemissionen aus Böden zeigt, dass Pflanzenkohle den Stickstoffkreislauf des Bodens beeinflusst. Neben der direkten Treibhausgaswirkung werden daher auch weitere Aspekte des Stickstoffs und der Effizienz seiner Nutzung untersucht. Dabei geht es sowohl um die Pflanzenaufnahme des Stickstoffs



Treibhausgas-Messung auf der Lysimeteranlage am Agroscope Reckenholz.
Mesure de gaz à effet de serre sur une installation lysimétrique à l'Agroscope de Reckenholz.

Charbon végétal: quelle contribution agricole dans la protection du climat?

L'utilisation éventuelle du charbon végétal dans la problématique climatique, n'est pour l'instant pas encore clairement définie. En Suisse, la séquestration de CO₂ dans les sols (puits de carbone) semble avoir un potentiel limité, avant tout par la quantité de déchets végétaux ou autres restes de matières organiques disponible. Concernant un autre gaz à effets de serre présent à l'état de traces et influant sur le climat: le gaz hilarant (N₂O), la disponibilité de charbons végétaux est en première ligne, parce que le N₂O représente une émission à large échelle provenant des sols agricoles. L'examen comparatif des différentes options d'actions exige actuellement avant tout une compréhension approfondie des mécanismes à la base de cette problématique, nécessitant une recherche ciblée.

als auch um die Vermeidung anderer unerwünschter Emissionen. Bei letzteren spielt insbesondere das Ammoniak eine Rolle. Ammoniak entsteht vor allem in der Tierhaltung. Pflanzenkohle könnte dazu beitragen, diese Stickstoffverbindung weniger flüchtig und damit besser verfügbar für die Pflanzen zu machen. Dazu kann Pflanzenkohle zum Beispiel mit Gülle vermischt werden. Da es sich bei Tierställen um Punktquellen handelt, könnten hier möglicherweise bereits mit geringeren Pflanzenkohlemengen interessante Resultate erzielt werden; allerdings existieren bisher nur wenige aussagekräftige Messungen. Für die Zukunft können stickstoffhaltige Dünger auf Basis von oder unter Einmischung von Pflanzenkohle eine interessante Option werden, welche indirekt auch wieder die Klimafrage betrifft, da viele Stickstoffverbindungen Vorläufersubstanzen für Lachgas sind. Bei allen möglichen Nutzaspekten muss im Auge behalten werden, dass das Einbringen der Kohle in den Boden nicht wieder rückgängig zu machen ist. Pflanzenkohlen sind mögliche Träger von umweltrelevanten anorganischen und organischen Schadstoffen, die z.T. erst bei der Pyrolyse entstehen (vgl. Artikel PAK in Pflanzenkohle: Nicht den Teufel mit dem Beelzebub austreiben! Seite 10). Hohe Konzentrationen dieser Schadstoffe bilden ein Ausschlusskriterium für die Anwendung von Pflanzenkohle im Bereich Landwirtschaft. Auch hier steht die Forschung noch am Anfang; erste Ergebnisse zeigen aber, dass bei manchen Pflanzenkohlen die Schadstoffgehalte problematisch sein können. Allerdings ermöglichen Verbesserungen der Prozessführung und die sorgfältige Auswahl der Ausgangsmaterialien, die Schadstoffproblematik in den Griff zu bekommen.

Fazit

Für die Nutzung von Pflanzenkohlen, v. a. hinsichtlich der Klimafrage, ergibt sich derzeit ein unklares Bild, welches vor allem auf die noch unzureichende Forschung zurück-

zuführen ist. Hinsichtlich der Sequestrierung von Kohlenstoff in Böden (CO₂-Speicherung) scheint das Potenzial in der Schweiz vor allem durch die Menge an verfügbaren pflanzlichen Abfällen oder sonstigen organischen Reststoffen begrenzt zu sein. Erst ein breiterer gesellschaftlicher Konsens über den nutzvollen Einsatz von Pflanzenkohle in landwirtschaftlichen Böden und die damit einhergehende Veränderung der Verwertungswege organischer Reststoffe böte ein aus Klimasicht relevantes Potenzial. Auch bei der Vermeidung des klimarelevanten Spurengases Lachgas steht die Verfügbarkeit von Pflanzenkohlen im Vordergrund, da Lachgas eine flächige Emission aus landwirtschaftlichen Böden darstellt. Die Abwägung dieser und weiterer Handlungsoptionen benötigt derzeit vor allem ein vertieftes Verständnis der zu Grunde liegenden Mechanismen durch gezielte Forschung. Denn ohne das Verständnis der naturwissenschaftlichen Prozesse hinter der Wirkung von Pflanzenkohle können die langfristigen Veränderungen, z.B. der Nährstoffversorgung von Pflanzen und Mikroorganismen, nicht abgeschätzt werden. Kurzfristige positive Effekte könnten sich längerfristig als nichtig oder in einer anderen Form gar als negativ erweisen.



Lysimeter mit und ohne Pflanzenkohlebehandlung zur Treibhausgasmessung.

Lysimètre avec et sans traitement au charbon végétal pour la mesure de gaz à effet de serre.

Wie verhält sich Pflanzenkohle in Ackerböden?

Michael Scheifele und Andreas Gättinger, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)



Biochar-Pyramide: Pyreg-Kohle aus der Maschine.
Echantillon de biochar: Charbon Pyreg issu de la machine.

Pflanzenkohle ist einer der Hauptbestandteile der Terra preta do indio, der Schwarzerde Amazoniens. Die Tatsache, dass diese Schwarzerde, höchstwahrscheinlich menschlichen Ursprungs, auch nach jahrhundertelanger Witterung im Regenwaldklima noch immer sehr fruchtbar ist, erstaunt. Die Ursachen, die zu dieser langanhaltenden Fruchtbarkeit führen, werden hauptsächlich der physikalischen und chemischen Beeinflussung des Bodens durch die Pflanzenkohle und deren Beständigkeit zugeschrieben. Pflanzenkohle wirkt wie ein Schwamm, sie ist sehr porös und kann viel Wasser speichern. Die im Bodenwasser gelösten Nährstoffe adsorbieren an der immensen Oberfläche der Pflanzenkohle. Sie ist ein unregelmässiges Gebilde aus kreuz und quer liegenden, miteinander verbundenen verschieden grossen Graphitschichten. Diese Kohlenstoff-Waben sind enzymatisch schwierig zu knacken, teils durch die starken aromatischen Bindungen, teils durch sterische (\approx räumliche) Hinderung der Enzyme. Nichtsdestotrotz verändern im Laufe der Zeit anorganische und organische Prozesse die Struktur der Pflanzenkohle, so dass diese irgendwann vollständig mineralisiert, an-

sonsten wäre die gesamte Erdoberfläche mit mehreren Metern aus Waldbränden stammender Kohle bedeckt. Wie aber die physikalischen, chemischen und biologischen Mechanismen zusammenwirken, die zum Abbau der Pflanzenkohle führen, ist weitgehend unbekannt. Fest steht: In den Terra-Preta-Böden sowie auch in den europäischen Schwarzerden sind die Bedingungen so, dass Pflanzenkohle Jahrhunderte überdauern kann. In anderen Böden und Regionen wie z.B. in den russischen Steppen oder wiederholt von Waldbränden heimgesuchten Regionen scheint dies nicht der Fall zu sein.

In jüngster Zeit genießt Pflanzenkohle den Ruf eines Allheilmittels, Böden fruchtbarer zu machen, darin Schadstoffe zu absorbieren und gleichzeitig dauerhaft CO_2 aus der Atmosphäre im Boden zu speichern. Inwiefern dies alles zutrifft, ist jedoch von vielen Faktoren abhängig. Einerseits spielen das Ausgangsmaterial und der Herstellungsprozess eine grosse Rolle. Die Verkohlung kann als Kontinuum angesehen werden, das vom Ausgangsmaterial über leicht verkohltes, braunkohleähnliches Material, stärker verkohlte Holzkohle bis zu Teer mit Graphit ähnlichen Strukturen reicht. In diesem kontinuierlichen Prozess verändern sich die Elementzusammensetzungen und Bindungsverhältnisse des Materials. Mineralien werden angereichert, die Elementverhältnisse Sauerstoff/Kohlenstoff und Wasserstoff/Kohlenstoff verringern sich und aromatische Verbindungen lösen zusehends Aryletherderivate ab. Wie dies genau geschieht, hängt jedoch nicht nur von der Länge und Temperatur des Verkohlungsprozesses, sondern auch von der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials ab. Das Verhältnis von Cellulose, Hemicellulose und Lignin

spielt eine grosse Rolle. Pflanzenkohle ist ein Produkt vieler Faktoren und zeigt dementsprechend unterschiedliche Eigenschaften. Andererseits ist Boden nie gleich Boden, nicht nur bedingt durch die geologischen Verhältnisse, sondern auch die Bewirtschaftung beeinflusst die Bodenqualität. So ist davon auszugehen, dass Böden unterschiedlich auf Pflanzenkohle reagieren. Entsprechend ist zu erwarten, dass die Effekte der Pflanzenkohlen in ein und demselben Boden unterschiedlich ausfallen können. Es stellt sich nun die Frage, auf welche physikalisch-chemischen und biologischen Mechanismen diese Phänomene zurückzuführen sind: so z.B., ob der Schutz der Pflanzenkohle gegenüber mikrobiellem Abbau eher von deren Molekülstruktur abhängt oder von den biologischen Eigenschaften des umgebenden Bodenhabitats. Sind nur Pilze oder auch Bakterien am Abbau beteiligt und inwiefern hängt dies vom Verkohlungsgrad ab? Sind die positiven Eigenschaften der Kohle auf den Boden nur von der Pflanzenkohle abhängig, oder spielt auch der Boden eine Rolle?

Seit knapp einem Jahr widmet sich das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) in Frick im Rahmen eines vom Schweizerischen Nationalfonds geförderten Forschungsprojekts diesen Fragen. Darin wird der Einfluss vier verschiedener Pflanzenkohlen auf vier verschiedene Ackerböden anhand biologischer Parameter untersucht. Ausgangsmaterialien für die Pflanzenkohlen sind Holzhackschnitzelsiebreste und mit dem schweren, nicht-radioaktiven Kohlenstoffisotop (^{13}C) angereicherte Maispflanzen. Von beiden Materialien wurden Kohlen nach dem Pyreg-Verfahren und der Hydrothermalen Karbonisation (HTC) hergestellt. Die untersuchten Ackerböden besitzen alle ausge-

prägte Lössauflagen und können in zwei Paare unterteilt werden, die sich jeweils in der mikrobiellen Aktivität oder dem pH klar unterscheiden. Das erste Paar stammt aus einem langjährigen Systemversuch des FiBL, dem DOK-Langzeitversuch in Therwil/BL, wo biologische und konventionelle Anbautechniken miteinander verglichen werden. Die Böden aus biodynamischem und konventionellem Anbau (nur mineralisch gedüngt), differieren hauptsächlich in den mikrobiologischen Eigenschaften. Das zweite Paar bilden ein saurer Lössboden aus dem Jura und ein basischer Lössboden aus dem Oberbaselbiet. Der Fokus der Studie liegt in der Untersuchung der mikrobiellen Gemeinschaften in den Ackerböden vor und nach Zugabe von Pflanzenkohle durch den Nachweis der Phospholipidfettsäuren-Muster. Dank der Analyse stabiler ^{13}C -Isotopen kann der Verbleib der Pflanzenkohle in verschiedenen Kompartimenten, der Bodenluft (als CO_2), der mikrobiellen Biomasse sowie in einzelnen Vertretern der mikrobiellen Gemeinschaften im Boden nachgewiesen werden. In den Bodeninkubations- und Topfexperimenten werden der kurzfristige und längerfristige Einfluss der

Pflanzenkohlen sowie des Ausgangsmaterials und deren Abbau untersucht. Das Topfexperiment ist mehrjährig mit Wachstums- und Ruhephasen sowie Fruchtfolge wie im Ackerbau üblich angesetzt, um die für das ganze System wichtigen Zyklen zu simulieren.

Erste Resultate der Bodeninkubationsstudie mit Böden des DOK-Versuches gut zwei Wochen nach der Einbringung von umgerechnet 20 t Pflanzenkohle pro Hektare Ackerböden zeigen klare Unterschiede sowohl zwischen den Pflanzenkohletypen nach HTC und der Pyreg-Methode als auch zwischen den Böden. Die mikrobielle Respiration in den mit HTC-Pflanzenkohle beaufschlagten Böden ist anfänglich sehr hoch, die Respirationkurve gleicht sich jedoch nach wenigen Tagen der mit dem Ausgangsmaterial vermengten Böden an und zeigt dann einen ähnlichen Verlauf wie diese. Auch die nach der Pyreg-Methode hergestellte Pflanzenkohle provoziert anfänglich eine erhöhte Respiration gegenüber der Kontrolle, bei der kein zusätzliches Material mit dem Boden vermengt wurde, doch schon nach kurzer Zeit ist dieser Unterschied verschwunden. Untersuchungen der mikrobiellen Biomasse und Aktivität bestätigen diesen Trend. Die Unterschiede zwischen den Respirationsraten der HTC-Kohlen aus Mais und Holz sind deutlich kleiner als beim jeweiligen Ausgangsmaterial, was auf eine Vereinheitlichung der Struktur durch den HTC-Prozess hinweist. Die beiden DOK-Böden zeigen die erwarteten Unterschiede auf Grund ihrer mikrobiellen Aktivität: der Boden aus biodynamischer Bewirtschaftung zeigt durchwegs erhöhte Werte gegenüber dem nur mineralisch gedüngten Boden.

Diese ersten Ergebnisse lassen noch keine Schlussfolgerungen zu. Es ist bekannt, dass durch den HTC-Prozess viele organische Säuren entstehen, die der Pflanzenkohle anhaften und für erhöhte mikrobielle Umsatzleistungen sorgen. Auch auf der nach dem Pyreg-Verfahren hergestellten

Quel est le comportement du charbon végétal dans les sols cultivés?

Le charbon végétal est un produit à plusieurs facettes et présente de ce fait des propriétés diverses. D'autre part un sol n'est jamais équivalent à un autre sol, pas seulement dû aux conditions géologiques, mais le type d'exploitation influence également la qualité du sol. Ainsi il faut partir du fait que les sols réagissent différemment face à un apport de charbon végétal. En conséquence, il faut s'attendre à ce que les effets des charbons végétaux puissent être différents au sein d'un seul et même sol. Dans un projet de recherche, le FiBL analyse l'influence de quatre charbons végétaux dans quatre sols cultivés différents. On dispose certes des premiers résultats, mais ils ne permettent pas encore de tirer de conclusions.

Pflanzenkohle kleben kurzkettige Kohlenwasserstoffe, so genannte Kondensate, die leicht abbaubar sind. Dies erklärt die bei beiden Pflanzenkohlen erhöhten Respirationraten zu Messbeginn. Interessant wird der weitere Verlauf des Experimentes auf längere Zeit, wo die Effekte der stabileren Verbindungen der Pflanzenkohle zum Tragen kommen sowie die noch bevorstehenden Analysen der $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnisse in den mikrobiellen Phospholipidfettsäuren. Dies wird Aufschluss geben, von welchen mikrobiologischen Populationen die verschiedenen Kohlen und die Ausgangsmaterialien hauptsächlich abgebaut werden, und falls spezifische Unterschiede bestehen, diese von den ursprünglichen, mikrobiologischen Populationen der verschiedenen Böden oder den Pflanzenkohlen abhängen. Ebenso spannend ist es zu erfahren, wie Pflanzen und Anbauzyklen die Abbaudynamik beeinflussen. In drei Jahren, nach Abschluss der Studie, werden wir mehr über die Beständigkeit und Dynamik von Pflanzenkohlen in Ackerböden wissen.



Pyreg-Pflanzenkohle und Boden in Inkubationsbehälter vor dem Vermischen.
Charbon végétal Pyreg et sol dans l'incubateur avant le mélange.



HTC-Pflanzenkohle und Boden in Inkubationsbehälter vor dem Vermischen.
Charbon végétal HTC et sol dans l'incubateur avant le mélange.

Pflanzkohle im Heimgarten

Claudio Niggli, Delinat-Institut



Anlage eines Versuchs mit einer Pflanzkohle/Kompost-Mischung in einem Kleingarten inklusive Kontrollflächen (nur Kompost).

Mise en place d'un essai avec un mélange de charbon végétal et de compost dans un jardin familial, y compris les surfaces témoin (compost seul).

Pflanzkohle liegt im Brennpunkt der Forschung. Doch auch für den Privatgärtner, der sich gerne mit nachhaltigen Anbautechniken beschäftigt, stellt die Thematik rund um Pflanzkohle ein sehr spannendes Feld dar. Durch den gezielten Einsatz im Heimgarten können ideale Bedingungen für Gemüse, Früchte und Blumen geschaffen werden. Dabei gilt es aber, wichtige Aspekte zu beachten, denn das Zusammenspiel zwischen Pflanzkohle, Nährstoffen, Boden und Pflanzen ist komplex.

Aktivierung der Pflanzkohle

Pflanzkohle (früher auch Biokohle genannt) in ihrer reinen Form ist kein Düngemittel, sondern lediglich ein Bodenverbesserer und Medium für Nährstoffe, Wasser und Mikroorganismen. In wissenschaftlichen Versuchen konnte gezeigt werden, dass der Einsatz reiner Pflanzkohle in mitteleuropäischen Böden die Wuchskraft der Pflanzen negativ beeinflussen kann. Die Kohle hat mit ihrer riesigen inneren Oberfläche ein grosses Speicherpotential für Nährstoffe. Wird die Pflanzkohle pur in den Boden eingebracht, saugt sie sich wie ein Schwamm mit Wasser und den verfügbaren Mineralien voll. Dies kann gerade in Böden mit niedriger Fruchtbarkeit zu

Nährstoffblockaden führen. Statt einer erhöhten Bodenfruchtbarkeit schaffen wir so also eine Mangelsituation. Ohne zusätzliche Düngung kann sich diese über mehrere Jahre hinziehen.

Die Kohle sollte also vor ihrem Einsatz im Heimgarten aktiviert, das heisst mit Nährstoffen und im Idealfall auch mit nützlichen Mikroorganismen beladen werden. Um dieses Ziel zu erreichen, bieten sich dem Heimgärtner verschiedene einfache Möglichkeiten:

1. Kompostierung
2. Vermischen mit reifem Kompost
3. Vermengen mit organischen Flüssigdüngern

Auch für die Bokashierung (milchsäure Vergärung), Wurmkompostierung und für Trockentoiletten ist Pflanzkohle sehr wertvoll und wird zugleich aktiviert. Auf diese speziellen Anwendungsbereiche können wir hier nicht eingehen, es existiert dazu aber praxisorientierte Spezialliteratur.

Kompostierung mit Pflanzkohle

Von einem ganzheitlichen Standpunkt gesehen ist das Kompostieren mit Pflanzkohle im Heimgarten ideal. Es ist nicht nur die ökologisch wirksamste, sondern wohl auch die effizienteste Methode der mineralischen und biologischen Aktivierung der Kohle. Dies hat mehrere Gründe: Einerseits können die Nährstoffverluste während der Kompostierung minimiert werden: Stickstoff wird effizienter in Nitrat umgewandelt und an der Oberfläche der Kohle gespeichert, statt auszugasen oder ausgewaschen zu werden. Auch die Kohlenstoffverluste können verringert werden. Zugleich wird die Pflanzkohle während des Kompostierungsprozesses besonders effektiv mit Nährstoffen und Wasser beladen, da der Kompost bei gewisserhafter Umsetzung regelmässig gewässert und durchmischt wird. Die Oberfläche der Kohle wird

Le charbon végétal dans le jardin familial

Par une utilisation ciblée au jardin, on peut créer des conditions idéales pour des légumes, des fruits et des fleurs. Il faut cependant tenir compte d'aspects importants, car l'interaction entre charbon végétal, éléments nutritifs, sol et plantes est complexe.

Si le charbon végétal est apporté au sol à l'état pur, il se remplit, comme une éponge, d'eau et des éléments nutritifs disponibles. Dans des sols à faible fertilité, cela peut conduire à des blocages d'éléments nutritifs. De ce fait, avant son utilisation dans le jardin familial, le charbon devrait être activé, c'est-à-dire chargé en éléments nutritifs et idéalement, aussi avec des micro-organismes utiles. Pour atteindre cet objectif, le jardinier amateur a la possibilité de composter le charbon végétal ou de le mélanger avec du compost mûr ou un engrais organique liquide.

Le charbon végétal n'agit pas dans tous les sols et toutes les cultures de manière identique. En général, les premiers effets intervenant rapidement sont pour des sols légers à forte teneur en sable: la réduction des pertes d'éléments nutritifs et l'augmentation de la capacité de rétention en eau. Dans les sols lourds, on assiste avant tout à une amélioration directe de la structure en lien avec une augmentation de la disponibilité en éléments nutritifs et en eau. En l'espace de quelques années, on peut compter avec une augmentation du taux de matière organique (humus) dans le sol. Cela peut accroître la fertilité du sol et améliorer l'état sanitaire des cultures.



Bepflanzte Fläche in vollem Wuchs. Bei den Karotten konnte eine Verdoppelung der Erntemenge bei der Variante mit Pflanzenkohle gemessen werden.
Surface plantée en pleine croissance. Dans la variante charbon végétal, on a constaté pour la carotte un doublement de la quantité récoltée.

chemisch so verändert, dass sich ihre Eigenschaften als Nährstoffspeicher optimieren. Die Besiedelung der Kohleninnenräume mit Mikroorganismen erfolgt ebenfalls besonders effektiv, ist reifender Kompost doch ein lebendiges Medium, in welchem sich unvorstellbar viele Bakterien, Pilze und Protozoen tummeln. Und schliesslich sorgt die Pflanzenkohle dafür, dass sich keine unangenehmen Gerüche im Küchenabfall oder im Kompost entwickeln.

Die Pflanzenkohle sollte den organischen Abfällen in privaten Kompostmieten auf regelmässiger Basis zugemischt werden. Dies kann lagenweise geschehen, indem man auf eine Schicht Küchen- oder Gartenabfälle eine Schicht Pflanzenkohle streut. Noch besser ist es, wenn man die Pflanzenkohle beim Entleeren der frischen Abfälle mit diesen in einem Eimer vermischt und dann erst auf die Miete gibt. Der Volumenanteil der Pflanzenkohle im frischen Material kann zwischen 10-30 % betragen. Während der Kompostierung nimmt der relative Anteil Pflanzenkohle stetig zu, da diese als stabiles Gerüst nur minimal abgebaut wird. Faustregel ist, dass der Volumenanteil der Pflanzenkohle um etwa 50 % zunimmt, vergleicht man Ausgangsmaterial mit dem ausgereiften Kompost. Auf ausreichende Feuchtigkeit der Mieten muss besonders geachtet werden. Regelmässiges Umsetzen/Wenden der Mieten hat einen massgeblich positiven Einfluss auf die Qualität des Endsubstrates. Ein Pflanzenkohle-Kompost weist, wenn basische Kohle

Die empfohlene Einsatzmenge ist 10t Pflanzenkohle/ha, was etwa 3-4l/m² entspricht. Diese Menge muss nicht auf einmal eingesetzt werden, sondern kann auch auf mehrere Saisons verteilt werden. Bei einer Terra Preta (Pflanzenkohle-Kompost) mit 30 % Anteil Kohle wäre diese Menge beispielsweise nach 3 Saisons mit jährlichen Gaben von 4l/m² erreicht.

verwendet wurde, typischerweise pH-Werte zwischen 7 und 8 auf.

Andere Methoden der Aktivierung

Das Vermischen von Pflanzenkohle mit frischem Kompost kann ebenfalls der Aktivierung dienen. Dabei ist auf eine gute Durchmischung und eine Standzeit von mindestens zwei Wochen zu achten. Eine ausreichende Feuchtigkeit ist auch hier für die Aktivierung essentiell, beim Zusammenpressen in der Hand sollte das Gemisch beinahe tropfen. Die Kompostqualität ist ebenfalls wichtig für das Mischverhältnis – nur bei stickstoffreicheren Komposten macht ein hoher Anteil von mehr als 20 Volumenprozent Pflanzenkohle Sinn. Die Mischung kann anschliessend wie Kompost verwendet werden.

Die Kohle kann vor dem Einsatz auch mit organischen Flüssigdüngern (handelsübliche Produkte oder auch Vinnasse) vermengt werden. Dabei sollte man sich an den empfohlenen Düngergaben pro Fläche orientieren, aber die Konzentrate nur mit so viel Wasser verdünnen, wie die Kohle aufnehmen kann. Das Volumenverhältnis Kohle zu Flüssigkeit sollte 1:1 bis 2:1 betragen, je nach Restfeuchte der Kohle. Das Dünger/Kohle-Gemisch kann zusätzlich mit Melasse und EM (Effektive Mikroorganismen) versetzt und dann luftdicht vergärt werden. So entsteht ein leicht saurer Pflanzenkohle-Dünger. Die Wirkung der Kohledünger setzt nach dem Ausbringen im Vergleich zu normaler Düngung etwas verzögert ein, da die Nährstoffe vorerst gebunden sind. Eine zusätzliche Düngung mit dem Giesswasser kann bei akutem Nährstoffbedarf Abhilfe schaffen.

Wirkung der Pflanzenkohle-Substrate auf den Gartenboden

Pflanzenkohle wirkt nicht in allen Böden und allen Kulturen identisch. Allgemeine, rasch einsetzende Effekte sind die Reduktion von Nährstoffverlusten und die erhöhte Wasserspeicherfähigkeit in leichten Böden mit hohem Sandanteil. In schweren Böden ist vor allem mit einer direkten Verbesserung der Struktur zu rechnen und mit einer damit verbundenen Erhöhung der Verfügbarkeit von Nährstoffen und Wasser. Im Zeitraum von einigen Jahren ist mit einer Zunahme der organischen Materie (Humus) im Boden zu rechnen. Dies kann die Bodenfruchtbarkeit steigern und die Pflanzengesundheit verbessern, da sich auch die Nährstoff- und Wasserdynamik weiter optimieren und die biologische Bodenaktivität ansteigt. Der pH von reiner Pflanzenkohle schwankt je nach Herstellungstechnik zwischen 5 und 12. Die meisten handelsüblichen Pflanzenkohlen sind deutlich basisch (pH 9-10), was beim Einsatz im Heimgarten berücksichtigt werden sollte. Je nach Form der Aktivierung wird der pH-Wert mehr oder weniger stark gesenkt.

Auf **basischen Böden** sollte die Kohle bei der Aktivierung leicht angesäuert werden, z.B. mit EM-Lösung oder Essig. Wenn verfügbar, kann die Kohle auch mit leicht

sauren Komposten vermengt werden. Bei der Kompostierung mit Pflanzenkohle kann eine Senkung des pHs durch Zugabe von Schwefelblüte erreicht werden.

Auf **sauren Böden** kann der Einsatz basischer Kohlesubstrate kurz- bis mittelfristig eine Erhöhung des pH-Wertes einleiten, was für viele Kulturen ein Vorteil ist. Nach einigen Jahren sollte der Boden-pH dank Pflanzenkohle und Kompost durch den intensiven Aufbau der Bodenorganik (Humus) im neutralen Bereich stabilisiert werden. Soll der Boden sauer bleiben, müsste basische Kohle angesäuert werden (s.o.).

Bei den Versuchen in Kleingärten mit basischer Pflanzen-

kohle hat sich gezeigt, dass gewisse Pflanzenfamilien besonders stark reagieren. Ein deutlich positiver Trend hat sich für die Kohlgewächse und die Kürbisgewächse abgezeichnet. Da hier eine Wirkung bereits im ersten Jahr beobachtet werden konnte, liegt die Vermutung nahe, dass diese auf die Vorliebe für alkalisches Milieu (Kohlgewächse) und die verbesserte Wasserspeicherefähigkeit (Cucurbitaceae) zurückzuführen ist. Die grosse Spannweite bei allen Pflanzenfamilien zeigt auch einmal mehr, dass offenbar je nach Bedingungen sehr unterschiedliche Wechselwirkungen zwischen Pflanze, Boden und Kohle zu erwarten sind.

Literatur



Seit dem Ausbruch der weltweiten Finanzkrise gelten Investitionen in Ackerflächen als besonders krisensicher. Waren es früher Staaten, die Länder kolonisierten, sind es heute Energie-, Rohstoff- oder Finanzkonzerne. Diese kaufen und pachten grossflächig Land in Afrika, Asien, Osteuropa und Südamerika, was weltweit zu massiven Preiserhö-

hungen bei Nahrungsmitteln führt. Die Folge davon sind Hungersnöte und politische Unruhen in immer mehr Ländern. In seinem neuen Buch befasst sich der deutsche Agrarwissenschaftler Wilfried Bommert mit den Akteuren und den Opfern dieses „Bodenrausches“ und warnt vor dem drohenden Kollaps der Welternährung.

Zudem zeigt er auf, wie jeder einzelne mittels seines Konsum- und Essverhaltens dazu beitragen kann, die „globale Jagd nach den Äckern der Welt“ zu stoppen. Die Publikation besteht aus vier Teilen:

1. Von Tätern und Opfern
2. Peak Soil – Die Grenzen des Wachstums
3. Verlorenen Boden wiedergutmachen
4. Dem Bodenrausch den Boden entziehen.

Insbesondere der dritte Teil ist im Zusammenhang mit dem Thema der vorliegenden Ausgabe des compostmagazines interessant. Bommert

stellt darin die bereits von den Inkas genutzte Terra Preta (portugiesisch für „schwarze Erde“) als mögliche Lösung der weltweiten Bodenkrise vor und verweist dabei auch speziell auf die Schweiz. Das hier ansässige ökologische Forschungsinstitut Delinat gehört zu den Wegbereitern der Pflanzenkohle. Auf seinen Versuchsfeldern wächst Wein. Die Kohle stammt aus dem Wallis, wo 2010 die erste gewerbliche Pflanzenkohleanlage Europas gebaut wurde. Diese läuft ohne Abgase und produziert zusätzlich noch Wärme, die anderweitig genutzt werden kann.

Wilfried Bommert:
„Bodenrausch. Die globale Jagd nach den Äckern der Welt.“
Eichborn-Verlag in der Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, Köln 2012.
Gebunden, 385 Seiten.
ISBN: 978-3-8479-0005-4.

www.wilfried-bommert.de

Nachruf Hans Balmer



Das Team des compostmagazines trauert um den Kompostberater Hans Balmer, welcher am 12. Oktober 2012 gestorben ist. Seit vielen Jahren hat er uns allen unzählige Tipps und Tricks vermittelt, damit wir unseren Kompost richtig ansetzen, pflegen und verwenden. Dieter Simonet, Kompostberater der Stadt Basel und langjähriger Wegbegleiter von Hans Balmer, hat einen Nachruf verfasst.

Dr. phil. Hans Balmer

25. Januar 1935 - 12. Oktober 2012

Ein national engagierter Kompostberater der ersten Stunde ist von uns gegangen.

Hans Balmer setzte sich seit 1980 intensiv mit dem Thema Fruchtbarkeit und Gesundheit der Erde und damit verbunden mit Humuspflge und Kompostierung auseinander.

Im Jahr 1984 gründete er mit seiner damals dreizehnjährigen Tochter Caroline die erste nordwestschweizerische

Quartierkompostanlage in Münchenstein BL; 1987 wurde ihm dafür der Umweltschutzpreis des Kantons Baselland verliehen. Im gleichen Jahr konnte er im Auftrag der Stadtgärtnerei Basel mit der Förderung und Unterstützung der eigenhändigen, dezentralen Kompostierung in der Stadt Basel beginnen, was ab 1991 bis zu seiner Pensionierung seine Haupttätigkeit geblieben ist. Im Verlaufe der Jahre richtete er so Hunderte von neuen Kompostanlagen für Tausende Haushaltungen ein.

National war er immer wieder in diversen Arbeitsgruppen rund um die Kompostierung tätig, schrieb verschiedenste Artikel zum Thema, war Mitautor von diversen Publikationen und ebenso beantwortete er viele Jahre für das Kompostforum auf der Internetplattform www.kompost.ch geduldig und ausführlich alle Fragen zur privaten und professionellen Kompostierung.

Auch im nahen Ausland wurde er dank seinem umfassenden und profunden Wissen gerne als Kompostprofi zu entsprechenden Projekten beigezogen. 2010 formulierte er in einem Portrait im compostmagazine: „Glücklich bin ich immer dann, wenn es gelingt, dank meines Engagements einmal mehr zum guten Gelingen einer Kompostierung beigetragen zu haben.“ Er wünschte sich sehr, dass trotz fortschreitender Technik im Umgang mit den Reststoffen des Lebendigen möglichst viele, auch junge Menschen Wert und Wichtigkeit der sachgerechten, eigenhändigen Kompostbereitung als ökologisch sinnvollste Lösung begreifen.

Hans Balmer war für viele Menschen Vorbild, Wegbereiter und Lehrer in Sachen Kompostierung und hat so die Schweizer Kompostbewegung über lange Zeit mitgeprägt. Wir werden ihm deshalb ein ehrendes Andenken bewahren.

Hans beschrieb vielfach die Metamorphose und faszinierende Umwandlung von biogenen Reststoffen in etwas Neues.

Nun beschreitet er selber den Weg der Metamorphose und zieht eine Ebene weiter. Auf seinen persönlichen Wunsch wurde seine Asche von seiner Familie der Natur übergeben.

Veranstaltungen

Datum / date	Veranstaltung / événement	Ort / lieu	Information / informations
13. Dezember 2012	Praxistag der IG Anlagen zum Thema "Die VTNP-Verordnung in der Praxis"	Menzingen (ZG)	IG Anlagen Zypressenstrasse 76 8004 Zürich T: +41 (0)43 205 28 82 F: +41 (0)43 205 28 81 forum@kompost.ch www.kompost.ch

ecovia
angewandte Ökologie

6110 Wolhusen
Tel. 041 492 50 90
info@ecovia.ch
www.ecovia.ch

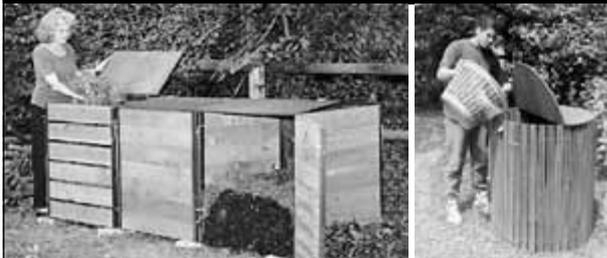
Ihr Berater und Verkäufer von Komposttoiletten !

Wir helfen Ihnen Stoffkreisläufe zu schliessen und Wasser zu sparen.



Nehmen Sie mit uns Kontakt auf !

KOMPOST-BOXEN und RUNDE SILOS aus HOLZ



Grosses Wurfsieb, Kompost-Thermometer, Kompostvlies

Thomas Pfau, Biogarten-Geräte
www.schneckenzaun.ch
CH-5436 Würenlos, Tel. 056 424 19 14, Fax 056 424 39 14

Toptex Kompostschutzvlies

Mit Toptex Kompostschutzvlies erhalten Sie in kurzer Zeit hochwertigen Kompost. Toptex schützt Ihren Kompost vor zu viel Regen und Sonne, schützt vor Auswaschung der Nährstoffe und lässt Ihren Kompost atmen.



Hochwertiger Humus dank Toptex

h hortima

Hortima AG, Baumschulbedarf,
Büntefeldstr. 7, 5212 Hausen,
Tel. 056 448 99 40,
www.hortima.ch

kompost forum schweiz

Vorschau auf die Ausgabe 1/2013

Die Ausgabe 1/2013 wird verschiedene Themen beleuchten wie z.B. Innenraumkomposter oder Kompostierung von Milchschotte. Zudem wird die Gross-Kompostieranlage Coulette oberhalb von Lutry am Genfersee vorgestellt.

Impressum

Nummer: 2/2012, Dezember 2012 | Herausgabe: Kompostforum Schweiz in Zusammenarbeit mit IG Anlagen und mit Unterstützung der Kantone BL, GR, OW, NW, SZ, SO, SG, UR, ZH, der Abfallverbände, KVA Thurgau, KEZO | Auflage: 4'500 Exemplare | Übersetzung: Michel Fischler, Paul Amsler und Didier Jottrand | Visuelle Umsetzung: PROXY AG, Postfach, Bahnhofstrasse 102, CH-5001 Aarau, www.prx.ch | Lektorat: Marianne Meili | Druck und Versand: ROPRESS, Baslerstrasse 106, Postfach, 8048 Zürich, www.ropress.ch | Abonnemente: Das compostmagazine erscheint 2-mal pro Jahr | Abo: CHF 30 | PC: 40-332862-6 | Die mehrmals jährlich erscheinenden Newsletter können kostenlos abonniert werden | Redaktion: greenmanagement, Zypressenstrasse 76, CH-8004 Zürich, Tel: 043 205 28 82 Fax: 043 205 28 81, E-Mail: redaktion@kompost.ch. Verantwortung: Verantwortlich für diese Ausgabe ist Michel Fischler.

Die Artikel widerspiegeln die Meinung der AutorInnen und müssen sich nicht mit der Meinung des Kompostforums Schweiz decken. Anregungen und Leserbriefe sind willkommen.

Retouren an: greenmanagement, Zypressenstrasse 76, CH-8004 Zürich, Schweiz

P.P.
CH-8004 Zürich



Offene Fragen zu

- Boden-Analysen
- Wasser und Abwasser
- Luft und Gase
- Altlasten, Aushub und Abfall
- industriellen Werkstoff-Analysen

beantworten wir prompt, klar und kompetent!

Rufen Sie uns an,
wir beraten Sie gern!

NIUTEC
Industrie und Umwelt

Niutec AG
Else-Züblin-Str. 11
CH-8404 Winterthur

Tel. 052 262 21 92 info@niutec.ch
Fax 052 262 03 39 www.niutec.ch

Fruchtbare Erde und Klimaschutz mit Humuskompost *der höchsten Qualitätsstufe* Pflanzenkohle *aus Baum- und Strauchschnitt*



Erhältlich bei: **Verora GmbH, 6313 Edlibach**
Tel. 041 755 32 48, info@pflanzenkohle.ch

Shreddern & Schnitzeln

WidmerSumiswald

www.WidmerSumiswald.ch



Tel: 034 431 10 07, Natel: 079 306 10 26