

Pflanzenkohle, eine Schlüsseltechnologie zur Schließung der Stoffkreisläufe

von Hans-Peter Schmidt

Zitierweise:

Schmidt, HP
Pflanzenkohle, eine Schlüsseltechnologie zur
Schließung der Stoffkreisläufe
Ithaka Journal 1|2012: 75–79 (2012)
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, eine Schlüsseltechnologie zur Schließung der Stoffkreisläufe

von Hans-Peter Schmidt

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, Stickstoffs und Phosphors 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. Noch steckt die Pflanzenkohle-Technologie in den Kinderschuhen, doch die Perspektiven ihrer Nutzung zeichnen sich sowohl in der Land- und Viehwirtschaft als auch in der Industrie bereits deutlich ab.

Kohlenstoff als Rohstoff und limitierender Faktor nachhaltiger Wirtschaftsentwicklung

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

vollen Energieträger und zentralen Zellbaustein zu versorgen. Vereinfacht dargestellt, läuft dieser Prozess so ab, dass Pflanzen, Algen und einige spezialisierte Bakterienarten atmosphärisches CO₂ aufnehmen und mithilfe von Sonnenenergie zu langkettigen Kohlenstoffmolekülen synthetisieren und in ihr Zellgewebe einbauen. Die komplexen organischen Kohlenstoffmoleküle dienen nach Ablauf des vegetativen Zyklus wiederum als Nahrungsgrundlage 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.

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

In der Natur ist der beschriebene Kohlenstoffkreislauf weitestgehend geschlossen. Besonders eindrücklich wird dies, wenn man sich bewusst macht, dass jedes Kohlenstoffmolekül in unserem Körper im Laufe der Erdgeschichte bereits

häufiger in Form von CO₂ in der Luft, in Form von Zucker oder Aminosäuren in Pflanzen, als Protein im Fleisch und in Form von Humus im Boden gewesen ist.

Schließung des Kohlenstoffkreislaufes

Um eine wirklich nachhaltige Wirtschaftsentwicklung im Einklang mit der Natur zu erreichen, müsste sich die Industrie vollständig in die beschriebenen Kohlenstoffkreisläufe einbinden und nur den Kohlenstoff als Energieträger und zur Herstellung von Kunststoffen verwenden, den sie aus dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf abzweigen und schließlich 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. Die CO₂-Konzentrationen in Atmosphäre und Ozeanen nehmen stetig zu, was zu gefährlichen Veränderungen des Klimas und der Biosphäre führt.

Um den Klimawandel und die damit einhergehenden Veränderungen der Biosphäre und damit der Lebensbedingungen auf dem Planeten 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 erkennen.

Biomasse, der einzig erneuerbare Rohstoff

Biomasse unterliegt einem ständigen natürlichen Recycling und ist der einzige wirklich erneuerbare Rohstoff. Weltweit

nimmt die Biomasse jährlich rund 120 Gigatonnen Kohlenstoff aus der Atmosphäre auf und ebensoviel wird durch biologische Atmung, Verwesung und natürliche Feuer wieder in die Atmosphäre zurückgeführt. Zusätzlich werden derzeit pro Jahr 9 Gigatonnen Kohlenstoff durch menschliche Aktivitäten aus den fossilen Quellen in den Kreislauf eingeschleust. Um den Kreislauf wieder zu schließen, müssten diese 9 Gigatonnen Kohlenstoff aus erneuerbaren Biomassen abgezweigt werden.

Würden lediglich 7,5% des jährlich in der Biomasse eingelagerten Kohlenstoffs der natürlichen Veratmung und Verwesung entzogen und in Form stabilen Kohlenstoffs der industriellen Zwischennutzung zugeführt, könnte der natürliche Kohlenstoffzyklus wieder geschlossen und die 9 Gigatonnen fossilen Kohlenstoffs ersetzt werden. Die Menge des jährlich aus Biomasse gewinnbaren Kohlenstoffs müsste die absolute Obergrenze unseres jährlichen Kohlenstoffbudgets sein. Nur wenn dies gelingt, könnte die menschliche Kultur sich wieder Hoffnung auf die Zukunft machen.

Wie aber lässt sich der Kohlenstoff der Biomasse so nutzen, dass er mittelfristig fossilen Kohlenstoff in der industriellen Anwendung ersetzen kann?

Ersetzung fossilen Kohlenstoffs durch 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 auszgliedern. Dank der Entwicklung und Kombination neuer Technologien wird dies künftig quasi für sämtliche Biomassen möglich werden.

Energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse

Biomassen lassen sich beispielsweise zur Erzeugung von Methan vergären. Die dabei entstehenden ligninreichen Gärreste können zu Kunststoffen wie Computergehäuse oder Autobauteile verarbeitet (siehe u.a.: www.tecnaro.de) und die abgeschiedenen Flüssiggärreste zu Düngemitteln aufbereitet werden. Anstatt also die Biomasse verrotten zu lassen, wird sie energetisch und stofflich genutzt. Die so erzeugten Kraftstoffe sind klimaneutral und die organischen Baumaterialien wirken, bis sie am Ende ihres Lebenszyklus kompostiert werden, als mittelfristige Karbonsenke.

Eine weitere sehr vielversprechende Technologie zur intelligenten Nutzung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes ist die Pyrolyse. Durch Erhitzung beliebiger Biomassen unter Ausschluss von Sauerstoff entsteht ein hochenergiereiches Synthesegas und biologisch wie chemisch stabile 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.

Pflanzenkohle in der Landwirtschaft

Pflanzenkohle wird bereits seit Jahrtausenden zur Herstel-

lung organischer Bodensubstrate, als Futterhilfsmittel und zur Konservierung 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, worauf ein ganzer Wissenschaftszweig zur Erforschung der Eigenschaften von Pflanzenkohle entstand. Parallel dazu ist ein neuer Industriezweig am Entstehen, um auf Basis der Pyrolyse und der damit erzeugten Pflanzenkohle bisher nicht genutzte Biomassereststoffe zu neuen Wertstoffen zu verarbeiten. Noch steckt diese Industrie in den Kinderschuhen, doch zeichnet sich bereits eine beeindruckende Produktpalette ab, dank der sich der Kohlenstoff aus Biomassen künftig effizienter nutzen lassen wird.

Kaskadennutzung von Pflanzenkohle

Ebenso wie im natürlichen Kohlenstoffkreislauf dient die Pflanzenkohle hierbei vor allem als Trägermittel und Matrix für die effizientere Nutzung natürlicher Nährstoffkreisläufe. Besonders beeindruckend zeigt sich dies in der Kaskadennutzung der Pflanzenkohle für die Tierhaltung und im Düngemanagement, wobei insbesondere die hohe Adsorptionsfähigkeit der Pflanzenkohle genutzt wird:

1. Pflanzenkohle wird mit 1 %vol zur Silage gemischt, womit die Bildung von Mycotoxinen 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 Pflanzenkohle ins Futter, wo sie das Verdauungsmilieu verbessert, die Rohfuturaufnahme erhöht und die Entstehung von Klimagasen vermindert.

Güllebehandlung mit Pflanzenkohle auf dem Hof Holderstock.
(Bild: Wilhelmine und Bruno Koller)



3. Die Pflanzenkohle 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. Pflanzenkohle wird regelmäßig mit 1–5 %vol in die Gülle eingemischt, wodurch flüchtige Nährstoffe gebunden und das mikrobielle Milieu verbessert werden. 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 Pflanzenkohle wertvolle Schwarzerde entsteht.
6. Durch die Einarbeitung der pflanzenkohlehaltigen Schwarzerde und der stabilisierten Flüssiggülle in den Boden verbessert sich die Wasserhaltefähigkeit, die Infiltrationsleistung und die Belüftung der Böden, woraus eine höhere mikrobielle Aktivität und damit höhere Fruchtbarkeit resultieren. Bodenversauerung wird vorgebeugt, die Auswaschung von Düngemitteln und Pestiziden ins Grundwasser reduziert.
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 Kohlenstoffsenke. Dieser Effekt wird noch verstärkt, da die Pflanzenkohle als Matrix für organische Moleküle wirkt und damit den Humusaufbau fördert.

Zum Einsatz von Pflanzenkohle in der Tierhaltung siehe auch die Ithaka-Artikel: «Güllebehandlung durch Pflanzenkohle» und «Pflanzenkohle in der Geflügelhaltung».

Marktfähige Produkte auf Basis von Pflanzenkohle für die Landwirtschaft

Auch außerhalb dieser Kaskadennutzung bestehen weitere interessante landwirtschaftlichen 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
- > als Karbonfutter zur Milieusteuerung der Verdauung
- > für die Fischzucht zur Verbesserung der Wasserqualität.

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

Die Firma Pyreg hat die ersten zertifizierten Anlagen zur Produktion von Pflanzenkohle entwickelt und die einzigen Anlagen, die sich bereits in der Praxis bei unabhängigen Betreibern bewähren.



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 Kohlefasern und Plastik, als Filtermittel zur Abwasser- und Luftreinigung eingesetzt werden. Erste industrielle Anwendungen insbesondere für diffusionsoffene Hausdämmung sind bereits im Einsatz.

Anlagentechnik zur Herstellung von Pflanzenkohle

Der größte Engpass für eine großflächige Verbreitung der Pflanzenkohletechnologie ist derzeit noch die Anlagentechnik. Die optimistischen Vorhersagen von vor zwei Jahren, demnach es heute bereits über 50 Anlagen in Deutschland und der Schweiz hätte geben sollen, haben sich leider nicht erfüllt. Aufgrund der Heterogenität der zu verkohlenden

Biomassen und der für das Reaktormaterial dauerhaft sehr hohen Temperaturen sind die verschiedenen Anlagenhersteller immer wieder über Details und Kinderkrankheiten gestolpert. Doch trotz dieser Rückschläge hat sich die Technik in den letzten beiden Jahren stark weiterentwickelt. Die Firma Pyreg hat in der Schweiz, in Deutschland und Österreich insgesamt fünf Anlagen mit einer Jahreskapazität von je 300 Tonnen Pflanzenkohle in Betrieb. Die Firma Carbon Terra produziert mit eigener Technologie rund 1000 Tonnen Pflanzenkohle pro Jahr. In Europa haben die deutschen Firmen Rewenergy und BioMaCon sowie die dänische BlackCarbon je verschiedene Pyrolyseanlagen entwickelt, die kurz vor der Markteinführung stehen. Es besteht also die berechtigte Hoffnung, dass 2013 endlich das Jahr des Durchbruchs der Pyrolysetechnik gelingt.

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. In der Schweiz ist das EBC die Grundlage der provisorischen Zulassung der Pflanzenkohle durch das Bundesamt für Landwirtschaft. Über den Antrag zur ordentlichen Zulassung von Pflanzenkohle als Bodenhilfsstoff und Recyclingdünger wird das Schweizerische Bundesamt noch in diesem Jahr entscheiden. Als Futtermittel ist Pflanzenkohle sowohl in der Schweiz als auch in Europa bereits zugelassen.

Hersteller von industriellen Pyrolyseanlagen

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

Carbon Terra GmbH: Pyrolyse-Anlagen mit einer Jahreskapazität von 1000 Tonnen Pflanzenkohle: www.carbon-terra.de

Regenis GmbH: Pyrolyseanlagen mit einer Jahreskapazität von 500 Tonnen Pflanzenkohle: www.rewenergy.de

Biomacon GmbH: Verschiede Pyrolyseanlagen mit Jahreskapazitäten von 140 bis 2000 Tonnen: www.biomacon.com

BlackCarbon: Pyrolyseanlagen mit kombinierter Stromgewinnung und einer Jahreskapazität von 300 Tonnen: www.black-carbon.dk