

# Biokohle: ein Kohlenstoff- speicher, der die Böden verbessert



Jürgen Kern, Christiane Dicke, Judy Libra, Jan Mumme (Potsdam-Bornim)

Steigende Konzentrationen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und anderen Treibhausgasen in unserer Atmosphäre verändern das Klima auf der Erde. Eine Möglichkeit, CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre in organischen Kohlenstoffverbindungen festzulegen, ist die hydrothermale Karbonisierung. Hierbei wird der Millionen Jahre währende Prozess der Kohle-Entstehung im Laborautoklaven in einem kurzen Zeitraum realisiert. Die entstehende Biokohle speichert nicht nur Kohlenstoff, der sonst als CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre abgegeben würde, sie kann auch als Langzeitdünger und Bodenverbesserer dienen. Eine Nachwuchsforscherguppe am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) arbeitet an der Optimierung dieses in doppelter Hinsicht interessanten Verfahrens.

Im Erdaltertum, bevor es Pflanzen gab, bestand die Ur-Atmosphäre zu rund 20 % aus CO<sub>2</sub>, also 500-mal so viel wie heute. Das ist allerdings 500 Millionen Jahre her. Mit der Verbreitung pflanzlichen Lebens änderte sich dieser Zustand. Durch die Photosynthese waren die Pflanzen in der Lage, Kohlendioxid mit Hilfe von Sonnenlicht in Biomasse umzuwandeln. Abgestorbene Biomasse wurde in Form von Bodenumus und fossilen Kohlenstoffträgern wie Kohle, Erdöl und Erdgas festgelegt.

Über lange Zeiträume befand sich dieser gebundene Kohlenstoff im Gleichgewicht mit dem CO<sub>2</sub> der Erdatmosphäre – bis vor etwa 200 Jahren der Mensch durch die Industrialisierung maßgeblich in den Kohlenstoffkreislauf der Erde eingriff.

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, werden heute neue Strategien entwickelt, Kohlendioxid, das durch die Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt worden ist, in Form von Kohlenstoffverbindungen wieder in den Boden einzubringen. Möglicher positiver Nebeneffekt: In bestimmten Fällen lässt sich dadurch auch die Fruchtbarkeit der Böden erhöhen.

## Humus – Lebenselixier des Bodens

Besonders auf leichten und sandigen Böden, deren Wasserspeicherkapazität gering ist, wird die Landwirtschaft überdurchschnitt-

lich stark durch die Klimaveränderung betroffen sein (Abb. 1). Bereits heute ist die Wasserversorgung in vielen Regionen der Erde knapp – es wird prognostiziert, dass Jahresniederschläge abnehmen und sich die Verteilung der Niederschläge über das Jahr hinweg ändert. Dies wird sich vielerorts negativ auf die Höhe und Sicherheit der Erträge auswirken. Gleichzeitig beschleunigt sich der Abbau von Humus, einem wichtigen Speicher für Wasser und Nährstoffe. Das belegt eine kürzlich erschienene Studie des europäischen Forschungsverbundes CARBOEUROPE, in der verschiedene europäische Ackerstandorte hinsichtlich ihrer Kohlenstoffbilanz untersucht wurden. Dabei zeigte sich, dass die Böden durchschnittlich eine Tonne Kohlenstoff pro Hektar und Jahr verloren.

Verringert sich der Humusgehalt, wirkt sich das negativ auf die Bodenfruchtbarkeit und damit auf die mögliche Ertragshöhe aus. Möglichkeiten, dem entgegenzuwirken, sind eine schonende Bodenbearbeitung oder eine Erhöhung des Kohlenstoffgehalts im Boden.

## Terra Preta, Vorbild aus Amazonien

Ein vielversprechender Lösungsansatz, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und zu verbessern, sind langzeitstabile Bodenverbesserungsmittel, welche die Aufnahme- und Speicherfähigkeit des Bodens für





Volkhard Scholz, ATB

Abb. 1: Humusarmer Sandboden auf der ATB-Energieplantage im Land Brandenburg

Wasser und Nährstoffe dauerhaft erhöhen. Kohlenstoffverbindungen, die aus unvollständiger Verbrennung von Biomasse hervorgegangen sind, eignen sich hierfür besonders gut, da ihre Oberfläche vergrößert und ihr Abbau im Boden verlangsamt ist. Das bekannteste Beispiel für Böden, die mit solchen Stoffen verbessert sind, ist die im Amazonasgebiet vorkommende „Terra Preta“.



Abb. 2: Terra Preta

Hierbei handelt es sich um eine besonders fruchtbare Schwarzerde, die selbst bis in 1 m Bodentiefe mit Kohlenstoffgehalten von über 10% weiträumig anzutreffen ist (Abb. 2). Sie ist von den Ureinwohnern Amerikas über Jahrhunderte durch Mischung und Verrottung von Abfällen, Fäkalien und Holzkohle erzeugt worden. Diese Art der Reststoffverwertung verlor allerdings mit der Ausbreitung der Europäer und der Dezimierung der indigenen Bevölkerung an Bedeutung.

## Karbonisierung landwirtschaftlicher Reststoffe

Bevor organische Rückstände aus der Agrarproduktion in Böden eingebracht werden, können sie so stabilisiert werden, dass sie vor einem raschen mikrobiellen Abbau geschützt sind. Dieser Prozess erfolgt ähnlich der Holzkohleherstellung bei stark erhöhten Temperaturen und unter Sauerstoffabschluss. Wesentliches Merkmal die-

ses „Karbonisierung“ genannten Verfahrens ist, dass der Kohlenstoffgehalt der produzierten Biokohle deutlich über dem des eingesetzten Materials liegt.

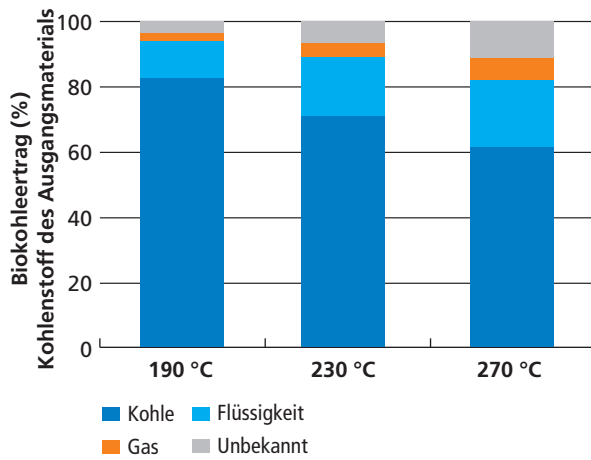
Auf heutige europäische Bedingungen übertragen, kann die Terra Preta als Vorbild für den Einsatz von Biokohlen im Boden und die damit verbundene Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit dienen. Als Ausgangsmaterial kommen verschiedene organische Reststoffe in Betracht, zum Beispiel Gärreste aus Biogasanlagen. Diese sind besonders geeignet, da die bei der Biogasproduktion anfallende Wärme zur Herstellung der Biokohlen verwendet werden kann. Zusätzlich können die vorhandenen Mineralstoffe die Qualität der Biokohlen für die Pflanzenernährung erhöhen. Über die Wirkung der so produzierten Bodenverbesserungsmittel ist allerdings noch wenig bekannt. Die seit 2009 am ATB aus Nachwuchswissenschaftlern bestehende APECS-Gruppe (**A**naerobic **P**athways to **R**enewable **E**nergies and **C**arbon **S**inks) arbeitet daran, einen Beitrag zur Aufklärung zu leisten. Der Fokus dieser vom BMBF geförderten Projektgruppe liegt darauf, auf fermentativem Weg Biogas und auf thermochemischem Weg karbonisierte Gärreste zu gewinnen. Verfahren der Wahl ist die sogenannte hydrothermale Karbonisierung (HTC). Die HTC zeichnet sich dadurch aus, dass wasserreiche Biomassen verarbeitet werden können. Der Prozess findet dazu in einem Druckbehälter bei 20 bis 50 Bar und 180–250 °C statt (Abb. 3).



Abb. 3: HTC-Kohle aus Gärrest



**Abb. 4: Kohlenstofftrag in der HTC-Kohle aus Gärresten in Abhängigkeit der Reaktionstemperatur**

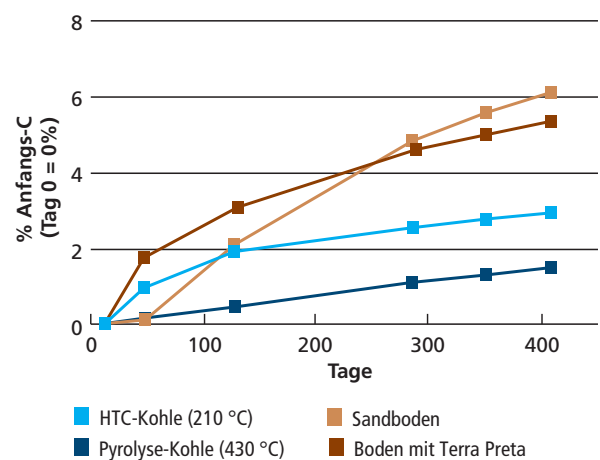


Es fällt nicht nur die feste Biokohle an, sondern auch eine Flüssig- und Gasphase mit Kohlenstoffverbindungen unterschiedlicher Gehalte. Wie viel Kohlenstoff aus den Reststoffen in Form von Biokohle gespeichert wird, hängt von der Reaktionstemperatur und der Dauer des Herstellungsprozesses ab. Während der Kohlenstoffgehalt und damit der Energiegehalt mit zunehmender Temperatur ansteigt, sinkt die Gesamtausbeute des in der Biokohle festgelegten Kohlenstoffs (Abb. 4). Mit anderen Worten, bei höheren Temperaturen tritt der Kohlenstoff vermehrt in die Flüssig- und Gasphase über, was mit Blick auf die Biokohle eine geringere Effizienz widerspiegelt. Eine weitere wichtige Frage ist, wie lange der Kohlenstoff im Boden gespeichert wird. Hierzu geben Langzeitversuche im Labor Hinweise. Die Stabilität von Biokohlen gegenüber mikrobiellem Abbau lässt sich in belüfteten Bodengemischen als CO<sub>2</sub>-Akkumulationsraten messen. Der Vergleich zwischen reinem Sandboden und Sandbodengemischen mit Terra Preta und zwei Biokohlen zeigt, dass die Biokohlen deutlich langsamer abgebaut werden (Abb. 5). Aus der HTC-Kohle wird unter den beiden Biokohlen nach einem Jahr zwar am meisten CO<sub>2</sub> freigesetzt, allerdings nur etwa halb so viel wie aus natürlichen Substraten.

### Biokohlen auf Ackerböden und in Kultursubstraten

Der Einsatz von karbonisierten Gärrückständen auf ackerbaulichen und landschaftsbaulichen Flächen sowie in Kultursubstraten eröffnet die Chance, Kohlenstoff mittel- bis langfristig festlegen zu können. Dies wird durch die inerte Struktur des Kohlenstoffgerüsts in der Biokohle begünstigt, die der Veratmung durch Mikroorganismen sehr viel engere Grenzen setzt, als dies bei unbehandelten Gärrückständen der Fall ist. Gleichzeitig wird erwartet, dass sich karbonisierte Gärrückstände positiv auf den Wasserrückhalt in der Landschaft, auf die Humusbildungsprozesse im Boden, auf die Nährstoffversorgung und nicht zuletzt auf die Ertragssicherung landwirtschaftlicher Kulturen auswirken. Darüber hinaus besteht die Aussicht, mit neuen biokohlebasierten Kultursubstraten den derzeitigen Abbau gebun-

**Abb. 5 CO<sub>2</sub>-Verlust von Biokohlen und natürlichen Substraten im Langzeitversuch**



dener Kohlenstoffreserven in Torflagerstätten zu substituieren – ein aus Sicht des Klimaschutzes doppelt interessanter Aspekt, da in diesem Torfersatz nicht nur Kohlenstoff längerfristig gespeichert ist, sondern durch die verringerte Zerstörung intakter Moorkörper (wie sie z. B. im Baltikum noch großflächig anzutreffen sind) auch die Freisetzung von CO<sub>2</sub> erheblich reduziert werden kann. Bei allen erwarteten Vorteilen darf allerdings nicht übersehen werden, dass ein tiefgreifender, kaum rückholbarer Eingriff in Böden erfolgt, wenn große Mengen Biokohle eingearbeitet werden. Deshalb wird am ATB über die kurz-, mittel- und langfristig auftretenden Wirkungen geforscht. So können zum Beispiel auch organische und anorganische Schadstoffe in die Böden gelangen und Bodenorganismen negativ beeinflussen. Diskutiert wird auch, dass es durch das Einbringen von Biokohle zu einem verstärkten Abbau bodeneigener organischer Substanz kommen könnte, verbunden mit einer Freisetzung der Treibhausgase CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O. Am ATB wird deshalb an der Formulierung von Qualitätskriterien gearbeitet, analog zu denen bei der Herstellung von Komposten und Kultursubstraten.

### Bodenschutz steht an erster Stelle

Der Einsatz von Biokohle wirft eine entscheidende Frage auf, und zwar wie weit der bestehende Humusgehalt im Boden erhalten oder sogar gesteigert werden kann. Darüber hinaus wird die Einhaltung festgelegter Grenzwerte des Bodenschutzes künftig eine besondere Rolle spielen. Gegebenenfalls sind die Herstellungsverfahren entsprechend anzupassen, damit die festzulegenden Qualitätskriterien erfüllt werden und die positiven Wirkungen der Erzeugnisse aus der hydrothermalen Karbonisierung auch voll zum Tragen kommen. ■



Dr. Jürgen Kern, Christiane Dicke, Dr. Judy Libra, Dr. Jan Mumme, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam. E-Mail: [jkern@atb-potsdam.de](mailto:jkern@atb-potsdam.de)