

Klimawandel

Vermeidung und Anpassung



Pflanzenkohle zur CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre

Autor: Gerhard Soja (AIT Austrian Institute of Technology, Universität für Bodenkultur Wien, Österr. Verein für Biomasse-Karbonisierung - ÖBIKA)
begutachtet von: Elisabeth Wopienka (BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH), Markus Puschenreiter (Universität für Bodenkultur, Wien)

Die Reduktion anthropogener Treibhausgas-Emissionen ist ein Eckstein der Klimawandelbekämpfung. Zur Unterstützung der Zielerreichung des Pariser Klima-Abkommens strebt die EU im Rahmen des „Green Deal“ eine CO₂-Neutralität bis 2050 an. Um dem Ziel der CO₂-Neutralität wenigstens bilanziell nahezukommen, wird eine Unterstützung der Reduktionsbemühungen durch zusätzliche CDR-Technologien (CDR = carbon dioxide removal) zur Entfernung von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre erforderlich sein. Der Weltklimarat IPCC listet sowohl in seinem SR15-Special Report [1] als auch in seinem 6. Sachstandsbericht [2] Pflanzenkohle als eine von 6 aussichtsreichen Maßnahmen zur Entfernung von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre.

Produktion von Pflanzenkohle

Pflanzenkohle wird durch Pyrolyse (Erhitzung unter weitgehendem Sauerstoffausschluss auf 350–750 °C) von pflanzlichen Materialien hergestellt. In Form der Köhlerei ist dieser Prozess eine seit Jahrhunderten bekannte Technik zur Herstellung von Holzkohle. Heutzutage wird Pflanzenkohle in Pyrolyse-Reaktoren hergestellt, bei denen die Aufenthaltsdauer der Biomasse von Sekunden (schnelle Pyrolyse) bis zu Stunden (langsame Pyrolyse) reicht. Die schnelle

- Pflanzenkohle bindet Kohlenstoff, welcher zuvor durch die Photosynthese von Pflanzen als CO₂ aus der Atmosphäre entfernt worden ist, langfristig (Jahrzehnte bis Jahrhunderte).
- Pflanzenkohle-Anwendung ist eine der vom IPCC empfohlenen Maßnahmen zur Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre. Die Technik ist dazu ausgereift und derzeit im Status der Hochskalierung (TRL 8-9).
- Die Anwendung qualitätsgesicherter Pflanzenkohle im Boden ermöglicht die Nutzung weiterer Vorteile für Bodenfruchtbarkeit, Bodenwasserhaushalt, Pflanzenproduktivität und Vermeidung von Stickstoffverlusten. Auch die Qualität von Baustoffen und Werkstoffen kann von Pflanzenkohle-Zugaben profitieren.

Hauptergebnisse

Pyrolyse wird hauptsächlich zur Produktion von flüchtigen energiereichen Stoffen angewendet, da nur wenige Prozent der eingesetzten Biomasse als fester Rückstand zurückbleiben. Bei langsamer Pyrolyse steigt der Anteil der festen Rückstände, also der Pflanzenkohle, auf 30–35 % der Eingangs-Trockenmasse, während ebenfalls ca. jeweils ein Drittel in kondensierbare flüchtige Stoffe (verschiedene Kohlenwasserstoffe) und in brennbare Gase umgewandelt wird. Bezogen auf die im Eingangsmaterial enthaltene Menge verbleibt etwa die Hälfte des Kohlenstoffs in der Pflanzenkohle. In heutigen Pyrolyse-Reaktoren wird die

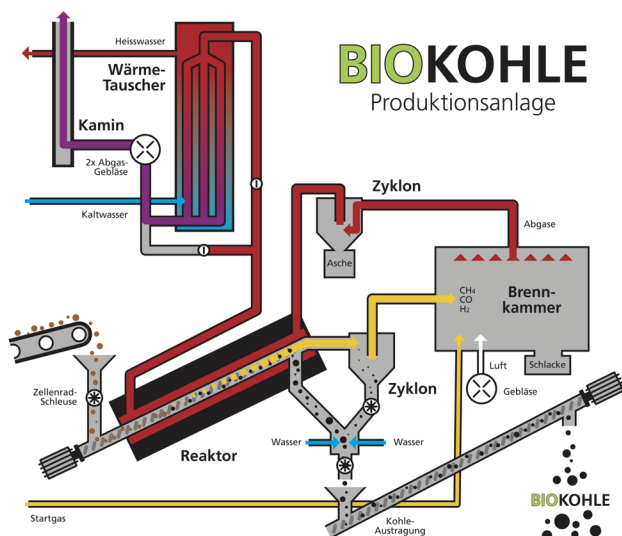


Abb. 1: Schematischer Ablauf - Produktion (Foto: Sonnenerde GmbH, www.sonnenerde.at)

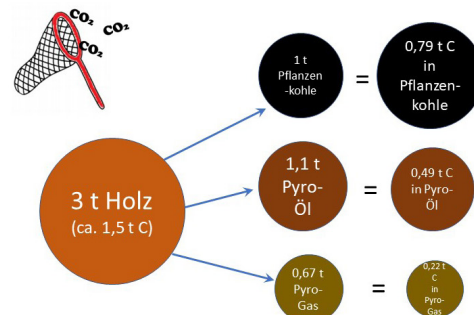


Abb. 2: Anteil der Pyrolyseprodukte sowie Anteil von Kohlenstoff in den einzelnen Bestandteilen (Grafik: ÖBIKA)

flüchtige Fraktion vollständig gesammelt und einer energetischen Verwertung zugeführt, sodass nur vollständig umgesetzte Abgase ins Freie gelangen können.

Qualitätssicherung von Pflanzkohle

Pflanzkohle besteht zwar zu 70–90 % aus reinem Kohlenstoff, doch besteht die theoretische Möglichkeit von Schadstoff-Verunreinigungen der Kohle insbesondere durch zwei Gruppen von Schadstoffen: Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Um zu vermeiden, dass durch Pflanzkohle bedenkliche Schadstofffrachten in die Umwelt gelangen, sind Richtlinien für maximale Schadstoffgehalte festgelegt worden. Diese Richtlinien sind auf internationaler Ebene im European Biochar Certificate (EBC) (<https://www.european-biochar.org/de/ct/2-EBC-Richtlinien-Dokumente>) bzw. auf österreichischer Ebene in der ÖNORM S 2211 definiert. Erhöhte Schwermetallkonzentrationen können durch Sorgfalt bei der Auswahl der Biomasse-Eingangsstoffe vermieden werden – aus unkontaminierten Eingangsstoffen entstehen auch unkontaminierte Pflanzkohlen. PAK-Kontaminationen werden heutzutage durch die verbesserte Anlagentechnik moderner Pyrolyse-Reaktoren vermieden (rasche Trennung der flüchtigen Pyrolyse-Produkte von der frisch produzierten Kohle).

CO₂-Bindungspotential von Pflanzkohle

Während der Pyrolyse wird Kohlenstoff in der Pflanzkohle gegenüber dem Ausgangsmaterial angereichert und ist gegen biologischen und physikalischen Abbau sehr widerstandsfähig. Wird dieses Produkt dann stofflich genutzt, ohne dass der Kohlenstoff wieder oxidiert wird, so kann die Gesamtanwendung als Kohlenstoffs Senke wirken. Gelangt Pflanzkohle z. B. als Bodenhilfsmittel oder als Substratkomponente in den Boden, führt das zu Verbleibzeiten von Jahrzehnten bis Jahrhunderten. Eine konservative Abschätzung des jährlichen Kohlenstoff-Verlustes von im Boden eingearbeiteter Pflanzkohle setzt diesen mit 0,3 % jährlich an [3]. Daraus ergibt sich nach 100 Jahren ein Restbestand von etwa 74 % der anfänglichen Kohlenstoff-Einbringung. Für die Berechnung der tatsächlichen Senkenleistung von Pflanzkohle für Kohlenstoff ist es allerdings erforderlich, sowohl die Treibhausgas-Emissionen durch Produktion, Transport und Lagerung der verarbeiteten Biomasse als auch Verluste während des Pyrolyse-Prozesses bis zum Pflanzkohle-Einsatz (z. B. Ausbringung in den Boden oder Festlegung in Baustoffen) zu berücksichtigen. Richtlinien für die genaue Vorgangsweise bei der Berechnung einer zertifizierbaren Kohlenstoff-Senkenleistung von Pflanzkohle sind ebenfalls in EBC-Richtlinien festgehalten [3]. Die Produktionskapazität für Pflanzkohle befindet sich derzeit in einer exponentiellen Steigerungsphase (EBC-zertifizierte Produktionsanlagen im Jahr 2021: ca. 40.000 Tonnen Pflanzkohle), jedoch ist das Potential, um einen signifikanten Beitrag zur CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre zu erreichen, noch lange nicht ausgeschöpft. Schätzungen über das CO₂-Entfernungspotential durch Pflanzkohle liegen im Bereich von 1,0–1,8 Mrd. Tonnen CO₂-Äquivalenten (CO₂e) [4] bzw. 0,1–4,9 Mrd. Tonnen CO₂e jährlich [2].

Weitere Anwendungsbereiche und Mehrwert bei der Nutzung von Pflanzkohle

Eine Anwendung von Pflanzkohle auf landwirtschaftlichen Böden kann und soll nicht ausschließlich unter dem Aspekt der langfristigen Kohlenstoffbindung im Boden

erfolgen. Bei richtiger Anwendung (hinsichtlich Bodenansprüche und Dosierung) können weitere Vorteile von Pflanzkohle hinsichtlich Bodenfruchtbarkeit, Klimawandelanpassung und Pflanzenwachstum lukriert werden. Positive Effekte von Pflanzkohle wurden in Meta-Analysen und zahlreichen Fallstudien hinsichtlich Biomasse-Produktivität, pflanzenphysiologischen Parametern, Bodenwasserhaushalt, Boden-Mikrobiologie, Reduktion von Stickstoff-Verlusten und Immobilisierung von Schadstoffen festgestellt [5]. Weitere Anwendungsoptionen von Pflanzkohle finden sich in Tierhaltung und Tierfütterung, als Filtermaterial, in der Bodensanierung und als Baustoff-Zusatz zu Beton oder Asphalt.

Mögliche Zielkonflikte und ihre Vermeidung

Damit eine Pflanzkohle-Anwendung als nachhaltig gelten kann und sowohl Green Deal als auch Sustainable Development Goals unterstützt, sind Fehler in der Anwendung sowie Zielkonflikte zu vermeiden. Zuvorderst ist die Verwendung qualitätsgesicherter Pflanzkohle, die nach EBC oder vergleichbaren Qualitätskriterien zertifiziert ist, erforderlich, um unerwünschte Schadstofffrachten zu vermeiden. Weiters gilt es, Flächenkonkurrenz bei der Biomasse-Produktion zu vermeiden sowie Kulturen, welche der Produktion von Nahrungsmitteln dienen, nicht zu verdrängen. Diese Bedingungen sind dann leicht zu erfüllen, wenn bei der Auswahl der Eingangsmaterialien für die Pyrolyse die Positivliste des EBC beachtet wird [6]. Darin wird betont, dass zur Pflanzkohle-Herstellung primär Biomasse-Reststoffe verwendet werden sollen, welche an das Ende ihrer Nutzungskette gelangt sind. Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen kann Pflanzkohle eine der effizientesten und effektivsten Methoden des „Carbon Farming“ und der CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre werden.

Referenzen

- [1] IPCC, 2018. Global Warming of 1.5 °C. IPCC special report. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- [2] IPCC, 2021. Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- [3] EBC, 2020. Zertifizierung des C-Senken Potentials von Pflanzkohle, Ithaka Institute, Arbaz, Switzerland. (<http://european-biochar.org>). Version 2.1D vom 25. Januar 2021
- [4] Majumder, S., Neogi, S., Dutta, T., Powel, M.A., Banik, P., 2019. The impact of biochar on soil carbon sequestration: Meta-analytical approach to evaluating environmental and economic advantages. J. Environ. Management 250, 109466.
- [5] Schmidt, H. P., Kammann, C., Hagemann, N., Leifeld, J., Bucheli, T. D., Monejero, M. A. S., Cayuela, M. L.: Biochar in agriculture - A systematic review of 26 global meta-analyses. Global Change Biology Bioenergy, 13, 1708–1730, 10.1111/gcbb.12889, 2021.
- [6] EBC, 2022: https://www.european-biochar.org/media/doc/2/positivliste_de_2022_v10_1.pdf (abgerufen: 2022-04-14).



Impressum CCCA

Servicezentrum
Mozartgasse 12/1
A-8010 Graz
ZVR: 664173679



servicezentrum@ccca.ac.at
ccca.ac.at

Stand: September 2022
ISSN 2410-096X