



Projektbeschreibung: LCA der Kaskadennutzung der Pflanzenkohle

1. Kurzbeschreibung des Projekts

Die Kaskadennutzung der Pflanzenkohle (PK), d.h. Anwendung über mehrere Stufen) wirkt sich auf verschiedenen Ebenen (v.a. Klimaschutz und Schliessung von Nährstoffkreisläufen) auf die Umwelt aus. Dieses Projekt hat zum Ziel, die Umweltwirkungen mit einer vollständigen Lebenszyklusanalyse ganzheitlich zu beschreiben. Die methodischen Erkenntnisse werden auf Praxisbetrieben, welche PK einsetzen, angewendet, getestet und analysiert.

2. Beschreibung Projekt

Ausgangslage

Das Projekt «LCA der Kaskadennutzung der Pflanzenkohle» hat zum Ziel, mithilfe einer umfassenden Ökobilanz die Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus der Pflanzenkohle (PK) (Herstellung, ggf. Einsatz in der Tierhaltung, Anwendung im Boden) zu berechnen. Die Anwendung von PK über mehrere Stufen, v. a. in der Tierhaltung vom Futter über den Hofdünger bis aufs Feld, wird als Kaskadennutzung bezeichnet. Diese zielt auf eine ökologisch wie ökonomisch optimierte Nutzung von PK, in dem innerhalb eines Lebenszyklus mehrere Funktionen erfüllt werden.

Die Erzeugung und Anwendung von PK ist eine Schlüsseltechnologie zur Kohlenstoffsequestrierung (Negativemissionstechnologie), da PK in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut wird, d. h. die Biomasse wurde in eine langfristige Kohlenstoffsene umgewandelt. Der in der PK enthaltene und ursprünglich der Atmosphäre entzogene Kohlenstoff bleibt damit langfristig als C-Senke im Boden gespeichert. Daher bietet sie ein grosses Potenzial zur dringend benötigten Reduktion des atmosphärischen CO₂ Gehaltes. Es bleibt weiterhin zentral, zunächst die Emissionen von (fossilem) CO₂ zu reduzieren, doch benötigen wir aufgrund der geringen Geschwindigkeit der Umsetzung der Emissionsreduktionen sowie der historischen Emissionen zusätzlich Negativemissionen. PK entsteht durch Pyrolyse (thermische Behandlung unter weitgehendem Ausschluss von elementarem Sauerstoff bei mindestens 400 Grad) von (pflanzlicher) Biomasse. Diverse Studien zeigen, dass sich der Einsatz von PK auf verschiedenen Ebenen vorteilhaft auswirken kann:

- (1) Als Düngerezusatz: Nährstoffe, welche an der Kohlenoberfläche anhaften werden bedarfsgerecht freigesetzt und weniger ausgewaschen. Dabei wird vor allem die Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser sowie düngelinduzierte Lachgasemissionen deutlich reduziert. Zudem wird die Wasserspeicherung und biologische Aktivität erhöht.
- (2) Als Zusatz in Kompost: Nährstoffverluste und Treibhausgas-Emissionen (v.a. Lachgas) werden verringert.
- (3) Als Zusatz zur Silage: Stabilisierung der Fermentation des Futters, Bindung allfälliger Rückstände von PSM und bestimmten Mykotoxinen
- (4) Als Futterzusatz: Verbesserung Tierwohl/Tiergesundheit (insbesondere Milchvieh)
- (5) Als Zusatz zu Einstreu: Verbesserung Stallklima (durch Reduktion der Ammoniakemissionen), Vorbeugung von Ballen- und Krallenentzündungen. Zudem bindet PK Nährstoffe von Ausscheidungen, die sonst verloren gehen könnten.

Ziele

- Berechnung einer vollständigen LCA der Kaskadennutzung der PK für einige typische Praxisanwendungen. Dies umfasst die Berechnung unterschiedlicher Emissionen (Ammoniak, Lachgas, CO₂) sowie der üblichen Umweltwirkungen.
- Berechnung der LCA der Pflanzenkohleproduktion im Vergleich zu anderen (energetischen) Nutzungen der Biomasse
- Analyse der Ergebnisse und Information von betroffenen Stakeholdern in geeigneter Form (Betriebsleiter z.B. via Factsheet mit den wichtigsten Erkenntnissen, Forscher-Community via wiss. Artikel)

Research Plan (inkl. Meilensteine)

Das Ziel des Projektes ist es, für einige Praxisbetriebe, welche PK in verschiedenen Bereichen einsetzen, eine vollständige LCA zu berechnen. Die Hauptaufgabe ist dabei die Erstellung von Life Cycle Inventaren (LCIs) für Praxisbetriebe. Dabei muss als Referenz jeweils ein Inventar ohne Einsatz von PK erstellt werden, um so den Einfluss des Einsatzes von PK quantitativ bestimmen zu können. Die Auswirkungen der PK auf die Umweltwirkungen (Emissionen, Stickstoff, Schadstoffe) werden gemäss der bestehenden Literatur modelliert. Dabei sind möglicherweise gewisse kleinere Anpassungen in SALCAfuture nötig.

Das Projekt wird in folgende **Module/Arbeitspakete** gegliedert.

- 1) Literaturstudie: Herstellung von PK durch Pyrolyse (aus welchen Stoffen, z.B. Holz, Strauchschnitt). Energetische Betrachtung. Welche umweltwirksamen Abgase entstehen? Hier soll die Erfahrung aus dem Projekt PS-Klima einfließen sowie auf das Wissen der Industriellen Werke Basel (IWB) sowie des Ithaka Institut/European Biochar Certificate zurückgegriffen werden.
- 2) Einsatz von PK in der Tierproduktion: Literaturstudie und Umsetzung in LCI
- 3) Effekt von PK auf den Boden: Literaturstudie und Umsetzung in LCI (Verringerung von Nitrat-Auswaschung, etc. mit SALCA-Nitrat & SALCA-SQ analysieren)
- 4) Berechnung der Emissionen auf der Basis von SALCAfuture
- 5) Berechnung der in SALCAfuture empfohlenen Umweltwirkungen
- 6) Analyse der Ergebnisse
- 7) Schlussfolgerungen/ Ausblick

Für die Erstellung der LCIs von Tierhaltungsbetrieben wird zusätzlich zu den Erkenntnissen aus der Literatur auf die Betriebsdatenerhebung der IWB zurückgegriffen. Die IWB konnten fünf Betriebe im Bereich Pferdepension, Mutterkühe, Rinder und Kuhhaltung für eine Teilnahme motivieren, PK auf ihrem Betrieb einzusetzen und die nötigen Daten zu erheben.

Daraus ergeben sich **folgende Meilensteine**

1. Literaturstudie zur Herstellung der PK abgeschlossen
2. Abschluss Literaturstudie zur Wirkung von PK im Tierbereich
3. Abschluss Literaturstudie zur Wirkung von PK auf den Boden
4. LCI für Praxisbetriebe erstellt
5. Nötige (Modell-)Anpassungen in SALCAfuture durchgeführt
6. Berechnungen in SALCAfuture (Emissionen, Umweltwirkungen) durchgeführt
7. Analyse der Ergebnisse erstellt
8. Publikationen (Factsheet & wiss. Artikel) erstellt

Publikationsstrategie

Die Ergebnisse sollen in einem wissenschaftlichen Artikel und einem Factsheet festgehalten werden. Zudem ist es wichtig, die Ergebnisse in geeigneter Form (z.B. Workshop) interessierten Kreisen vorzustellen. Die Einbettung des Projektes in das AP Pflanzenkohle ist die Aufgabe des Projektleiters.

Referenzen

- Hagemann, N., Spokas, K., Schmidt, H.-P., Kägi, R., Böhler, M. A., & Bucheli, T. D. (2018). Activated carbon, biochar and charcoal: Linkages and synergies across pyrogenic carbon's ABCs. *Water (Switzerland)*, 10(2), 182. <https://doi.org/10.3390/w10020182>
- Kammann, C. I., Glaser, B., & Schmidt, H.-P. (2016). Combining biochar and organic amendments. In S. Shackley, G. Ruysschaert, K. Zwart, & B. Glaser (Eds.), *Biochar in European soils and agriculture: Science and practice* (Earthscan, pp. 136–164). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315884462>
- Kammann, C., Ippolito, J., Hagemann, N., Borchard, N., Cayuela, M.L., Estavillo, J.M., Fuertes-Mendizabal, T., Jof-fery, S., Kern, J., Novak, J., Rasse, D., Saarnio, S., Schmidt, H.-P., Spokas, K., Wrage-Mönnig, N., 2017. Biochar as a tool to reduce the agricultural greenhouse-gas burden—knowns, unknowns and future research needs. *J. Environ. Eng. Landsc. Manag.* 25(2), 114-139.
<https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1319375>
- Schmidt, H.-P., Pandit, B.H., Cornelissen, G., Kammann, C.I., 2017. Biochar-Based Fertilization with Liquid Nutrient Enrichment: 21 Field Trials Covering 13 Crop Species in Nepal. *L. Degrad. Dev.* 28, 2324–2342. <https://doi.org/10.1002/ldr.2761>
- Schmidt, Hans-Peter, Hagemann, N., Draper, K., Kammann, C., 2019. The use of biochar in animal feeding. *PeerJ* 7, e7373. <https://doi.org/10.7717/peerj.7373>
- Ye, L., Camps-Arbestain, M., Shen, Q., Lehmann, J., Singh, B., Sabir, M., 2020. Biochar effects on crop yields with and without fertilizer: A meta-analysis of field studies using separate controls. *Soil Use Manag.* 36(1), 2–18. <https://doi.org/10.1111/sum.12546>