

for your information



Pflanzenkohle als Kohlenstoffsenke in der Landwirtschaft

Sozio-technische Chancen und Hemm-
nisse

Hintergrund

Um die deutschen und globalen Klimaschutzziele zu erreichen, rücken Klimatechnologien zur CO₂-Entnahme zunehmend in den Fokus. Im Zuge dessen wird die Herstellung und Anwendung von Pflanzenkohle als eine dieser Lösungen zunehmend diskutiert. In der Herstellung wird im thermochemischen Prozess der Pyrolyse Biomasse unter Sauerstoffausschluss verkohlt. Durch die Einbringung des kohlenstoffhaltigen, festen Produkts in landwirtschaftliche Böden kann potenziell Kohlenstoff dem kurzfristigen Kohlenstoffkreislauf entzogen werden. Außerdem ist es möglich die Bodengesundheit und Wasserspeicherfähigkeit zu verbessern sowie auf schlechten Böden Erträge zu erhöhen. Zusätzlich fallen als Nebenprodukte Pyrolyse-Öle und -Gase an, die energetisch zur Strom- und Wärmebereitstellung genutzt werden können. Nutzt der Betreiber der Pyrolyseanlagen regionale Biomassereststoffe für den Prozess und vertreibt das Produkt an umliegende Landwirt*innen, kann der ökonomische und ökologische Beitrag der Technologie optimiert werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Landgewinn“ (siehe Information auf Seite 12) wurde die Masterarbeit „Deployment of biochar systems in rural areas as a negative emissions technology – A qualitative analysis of socio-technical drivers and barriers in Germany“ verfasst. Fokus der Arbeit war die Identifizierung von sozio-technischen Chancen und Hemmnisse, die für das Gelingen und die Verbreitung regionaler Pflanzenkohle-Wertschöpfungsketten relevant sind. Bei der gewählten sozio-technischen Perspektive wird betrachtet, durch welche technischen und vor allem sozialen Faktoren (Akteur*innen, Ziele, Kultur, Institutionen, Technologie und Infrastruktur) die Entwicklung und Anwendung der Technologie beeinflusst wird. Bisher blieben die sozialen Faktoren in der Diskussion über den zukünftigen Einsatz von Pflanzenkohle als Negativemissionstechnologie oft unberücksichtigt.

Grundlage für die empirische Analyse waren eine Online-Diskussion und insbesondere 13 Interviews. Beteiligt waren Expert*innen aus den Bereichen Anlagenherstellung, Pflanzenkohle-Produktion, Projektierung und Verkauf sowie aus der landwirtschaftlichen Anwendung. Zudem wurden Vertreter*innen aus Verbänden und aus der Forschung befragt. Ergänzt wurde die empirische Untersuchung durch eine umfassende Literaturrecherche.

In dieser Zusammenfassung werden zentrale Ergebnisse und Handlungsempfehlungen beleuchtet. Die Informationen ergänzen die bestehenden Projektveröffentlichungen und sollen Entscheidungsträger*innen in Politik und Praxis bei der zukünftigen Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Herstellung und Anwendung von Pflanzenkohle unterstützen. Die vollständige Arbeit finden Sie auf der Projektwebseite www.fyi-landgewinn.de und [hier](#).

Übersicht sozio-technischer Chancen und Hemmnisse regionaler Pflanzenkohle-Projekte

Im Folgenden werden die wichtigsten Chancen und Hemmnisse für die regionale Produktion und Anwendung von Pflanzenkohle im landwirtschaftlichen Kontext zusammengefasst. Die entsprechende Pflanzenkohle-Wertschöpfungskette umfasst die folgenden Schritte: die Sammlung von Biomasse, die Pyrolyse, die Produktveredelung, die Verpackung und den Vertrieb und schließlich die Anwendung als Bodensubstrat. Die dazugehörigen Chancen und Hemmnisse werden entlang der oben genannten sozio-technischen Faktoren dargestellt. Jeder dieser Faktoren wird zunächst kurz erläutert. Zur Veranschaulichung werden exemplarisch Interviewzitate dargelegt, und dann die Schlüsselergebnisse beleuchtet.

ZIELE – Motivation und Absichten

Die Kategorie *Ziele* beschreibt die treibende Motivation und den Beweggrund, sich mit Pflanzenkohle zu beschäftigen. Dazu gehört v.a. der primäre Nutzen, den Akteur*innen der Einführung von Pflanzenkohle zuschreiben.

„Noch ein Grund mehr darüber nachzudenken, welche Mittel es gibt einmal dem Klimawandel Einhalt zu gebieten, dadurch, dass ich CO₂ binde und das aber auch noch sinnvoll mache und die Ökosystemleistungsfähigkeit des Bodens damit optimiere.“

Landwirtschaftliche Beratung und Interessenvertretung

„Also jetzt, wenn ich mein landwirtschaftlichen Beruf ökonomisch betrachte, tue ich mich schwer das positiv zu rechnen, den Einsatz von der Pflanzenkohle. Wenn ich das jetzt aber auch als Familienvater mit einberechne, ich will irgendwann auch Böden weitergeben, die eigentlich besser sein sollten, wie ich sie damals übernommen habe, dann ist das mit der Kohlenstoffsенke natürlich eine andere Geschichte. Jetzt rein ökonomisch ist es schwierig.“

Landwirtschaft

„[...] die Verwendung der Pflanzenkohle in Böden ist natürlich jetzt auch unter Klimawandelgesichtspunkten äußerst interessant. Wir hatten die letzten Jahre extreme Trockenjahre und weil die Kohle hat ja eine sehr hohe Wasserhaltekapazität, gerade aus holzartigen Stoffen und ist dadurch extrem interessant, um eben den Trockenstress abzumildern für die Pflanzen.“

Anlagenherstellung

Die Befragten haben eine Vielzahl von Motivationsgründen für das Interesse an der Technologie angegeben, die vom Klimaschutzpotenzial (vorwiegend in der Wissenschaft) über verbesserte Bodenqualität und Nährstoffmanagement (vorwiegend in der Landwirtschaft) bis zu ökonomischen Motiven reichen (vorwiegend Unternehmen in den Bereichen Produktion und Veredelung).

Insbesondere in der Landwirtschaft spielen die möglichen Zusatznutzen wie verbessertes Ressourcenmanagement (Nutzung von Reststoffen, weniger Düngemittelbedarf), erhöhte Wasserspeicherfähigkeit und verstärkte Bodengesundheit eine große Rolle. Im Hinblick auf das Ziel der Kohlenstoffsenke stimmt für die Landwirtschaft aufgrund fehlender finanzieller Anreize das Kosten-Nutzen-Verhältnis aktuell nicht. Dennoch handeln landwirtschaftliche Betriebe teils aus einer idealistischen Motivation heraus, wenn sie Pflanzenkohle auf ihren Flächen ausbringen. Attraktiv ist laut den Befragten, dass Pflanzenkohle gleichzeitig zu verschiedenen Zielsetzungen (z.B. Klimaschutz und Bodengesundheit) beitragen kann.

KULTUR – Wahrnehmung, Werte und Einstellung

Kultur umfasst die Triebkräfte und Hindernisse in Bezug auf die Werte, Überzeugungen, Wahrnehmungen und Haltungen der Menschen. Zentral dabei ist auch inwiefern die Technologie sich in das bestehende soziale und kulturelle System einfügt (z. B. in die bestehende Betriebsführung und Arbeitsmethoden).

„Es ist tatsächlich so, dass viele einfach noch gar nicht sich mit dem Thema beschäftigen haben, weder mit Pflanzenkohle noch mit Negativemissionen, auch weil das Thema einfach öffentlich noch kaum eine Rolle spielt.“

Pflanzenkohleveredlung und -verkauf

„Landwirtschaftliche Unternehmen kennen sich häufig auch sehr gut aus im Betreiben von größerer Technik, also die betreiben auch beispielsweise schon Biogasanlagen.“

Anlagenherstellung

„Ich glaube, ein Vorteil ist, dass es mittlerweile in der Lehre schon ganz gut Einzug hält, und das merkt man auch, dass die jüngeren Landwirte viel offener sind, Pflanzenkohle zu benutzen.“

Pflanzenkohleveredlung und -verkauf

Laut den Befragten ist ein gesellschaftlicher Wandel hin zu einem gesteigerten Umweltbewusstsein wahrzunehmen, der zusammen mit dem verstärkten politischen Bewusstsein für die Notwendigkeit von Niedrigemissionstechnologien positiv zur Entwicklung von Pflanzenkohle beiträgt. Dennoch ist die Kenntnis über die Technologie auf einzelne Akteursgruppen (Gärtner*innen, Start-ups, Politiker*innen, landwirtschaftliche Akteur*innen) beschränkt.

Die Themen Kohlenstoffsenken und spezifischer Pflanzenkohle als Negativemissionstechnologie hindern durch ihre Komplexität das Verständnis und somit auch das Bewusstsein für die Technologie. Falsche Wahrnehmung und negative Einstellungen wirken zusätzlich einschränkend auf die Akzeptanz der Pflanzenkohle-Technologie. Hierzu zählen die Uneinigkeit bezüglich der richtigen Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden, das Festhalten an einem alten Wissensstand zur Technologie (z.B. bezogen auf das Kohlenstoffsenkenpotenzial und Schadstoffeinträge in den Boden) oder die Annahme, dass diese Technologie bei Nutzung holzartiger Biomasse automatisch mit einer erhöhten Abholzung einhergeht. Zudem verstehen einige Akteur*innen Negativemissionen fälschlicherweise als Option, um Reduktionen von Treibhausgasen zu vermeiden.

Insbesondere die Einstellungen der Landwirt*innen zur Herstellung und Anwendung von Pflanzenkohle als Bodensubstrat spielen eine große Rolle bei der Umsetzung von entsprechenden Projekten. Die Befragten haben diesbezüglich verschiedene Tendenzen beschrieben. Grundsätzlich ist die wahrgenommene Relevanz von Negativemissionen in der Landwirtschaft niedrig, da sich die Landwirtschaft mit anderen drängenden Problemen befassen muss. Dahingegen ist die ökologisch ausgerichtete Landwirtschaft tendenziell gewillt sich mit der Technologie auseinanderzusetzen. Zudem wird laut der Befragten bei jungen Landwirt*innen grundsätzlich eine verstärkte Offenheit gegenüber der Technologie wahrgenommen. Weitere Faktoren, die im Zusammenhang mit dem jeweiligen landwirtschaftlichen Betrieb stehen, sind von Bedeutung, z.B. wirken sich kurzfristige Planungshorizonte aufgrund der hohen Unsicherheit in der Landwirtschaft hemmend auf die Pflanzenkohle-Entwicklung aus. Bei landwirtschaftlichen Pachtflächen führt die fehlende Langfristigkeit ebenfalls zu einer niedrigeren Motivation sich mit dem Thema zu beschäftigen. Gleichzeitig sind Landwirtschaftsbetriebe in Regionen mit starken klimatischen Veränderungen und schlechter Bodenqualität eher gewillt sich mit Pflanzenkohle als potenzielle Lösung auseinanderzusetzen. Die Form der Bewirtschaftung beeinflusst darüber hinaus u.a. durch die zeitlichen und finanziellen Kapazitäten die Wahrscheinlichkeit für Anwendung und Produktion. So sind bei Sonderkulturen (z.B. Weinbau) die finanziellen Spielräume größer und ermöglichen eher den Einkauf und die Anwendung von Pflanzenkohle.

Die Einstellung und Wahrnehmung der Akteur*innen in den Genehmigungsbehörden beeinflusst die Umsetzung von Richtlinien und den damit verbundenen Genehmigungsverfahren. Oft wurde die Überbürokratisierung und strikte Auslegung der Anforderungen von den interviewten Personen beklagt, wohingegen auch von Genehmigungsverfahren berichtet wurde, in denen die Einstellung der verantwortlichen Akteursgruppen die Prozesse positiv beeinflusst haben.

Darüber hinaus beeinflusst auch die Risikoeinstellung der potenziell investierenden Akteursgruppen entlang der Wertschöpfungskette die Pflanzenkohle-Entwicklung. Akteur*innen aus dem Landwirtschaftssektor sind eher nicht bereit diese Investition zu wagen. Zudem wirkt das Misstrauen in die Politik aufgrund von vergangenen Erfahrungen teils hemmend, da gesetzliche Änderungen und veränderte Förderbedingungen zu Unwirtschaftlichkeit führen könnten.

AKTEUR*INNEN – Kommunikation, Organisation und Kooperation zwischen den Akteursgruppen

Im Folgenden werden Chancen und Hemmnisse bezogen auf die Interaktionen der beteiligten *Akteur*innen* dargelegt. Diese umfassen die Organisation und Koordination der Akteursgruppen sowie die Kommunikation zwischen verschiedenen Gruppen.

Und die verschiedenen Akteure, von Technik- oder Pflanzenkohleseite aus, sind natürlich stark darum bemüht, das Thema auch in verschiedene Gremien zu tragen und bekannter zu machen. Dennoch, bis es in der Breite angekommen ist, wird es noch etwas dauern. Also man darf da nicht aufhören, darüber zu berichten.“

Anlagenherstellung

„Also es gibt extrem viele Hürden, auch von der Politik und so weiter, wo man immer wieder zurückgeworfen wird, weil man einfach nur einen falschen Begriff nimmt, weil man HTC-Kohle mit Pflanzenkohle zusammenlegt, weil man was in der Düngemittelverordnung ändert und so weiter. Also irgendwo fehlt es da einfach am Gemeinsamen und dann auch mal das Wissen an den richtigen Ort zu tragen [...]“

Projektplanung und Anlagenbetrieb

„[...] also es macht sicherlich Sinn, dass sich mal Landwirte zusammentun und eine Pyrolyse-Anlage genossenschaftlich betreiben, aber ich glaube letztendlich macht es mehr Sinn irgendwie zu schauen, kann ich auf kommunaler Ebene, kann ich auf lokaler Ebenen irgendwie schauen, dass ich Biomasseströme koordiniere. Da ist sicherlich viel Verwaltungsaufwand. Und entweder müssen sich dann noch Firmen gründen, die das ausnutzen, dass da Bedarf besteht oder es muss eben geschaut werden, dass das kommunal organisiert wird.“

Pflanzenkohleveredlung und -verkauf

Aus den Interviews wird deutlich, dass verschiedene Akteur*innen sowie Netzwerke und Plattformen durch Austausch und Informationsbereitstellung das Bewusstsein und Verständnis für die Technologie fördern. Der Fachverband Pflanzenkohle (FVPK) engagiert sich beispielsweise für Wissensverbreitung sowie Vernetzung von Akteursgruppen und kooperiert u.a. mit dem European Biochar Industry Consortium (EBI), um die Entwicklung und Verbreitung der Technologie zu fördern.

Die Komplexität der Themen Kohlenstoffsenken und spezifischer der Pflanzenkohle-Technologie erschwert jedoch die Kommunikation. Gleichzeitig wird der Aufwand für die notwendige Informationsbeschaffung sowie mangelnder Austausch und fehlende Unterstützung kritisiert. Insbesondere für landwirtschaftliche Akteur*innen ist neben der reinen Kommunikation die praktische Erfahrung mit Pflanzenkohle relevant, um die Vorteile zu verstehen und zu verinnerlichen.

Zudem wurden verschiedenste Formen der Zusammenarbeit und Kooperationsideen beschrieben. Zum Beispiel können Entsorgungsunternehmen als Biomassebereinsteller mit der Landwirtschaft kooperieren und Landwirt*innen können die anfallende Energie an Energieversorgungsunternehmen verkaufen. Eine weitere Möglichkeit ist der gemeinschaftliche Betrieb einer Anlage zum Beispiel in Form einer landwirtschaftlichen Genossenschaft.

Trotz der verschiedenen Optionen für Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette, welche in Zukunft positiv zu der Entwicklung beitragen könnten, nehmen die Befragten das Fehlen konkreter Möglichkeiten zur Kooperation sowie den mit Kooperationen verbundenen organisatorischen Aufwand als kritische Faktoren wahr.

TECHNOLOGIE – Produktion und Anwendung

Technologie umfasst alle technischen Aspekte und deren Entwicklung. Dazu gehören Aussagen zur Pyrolyseanlage und zum Konversionsprozess. Da erst die Nutzung von Pflanzenkohle als Bodensubstrat die Technologie zu einer Kohlenstoffsenke macht, werden hier auch die Treiber und Hemmnisse in Bezug auf die Anwendung dargestellt.

„Und mit der Technik, da sind wir glaube ich an einer leichteren Stelle zu sagen, wir können so und so erfolgreich werden [...]. [Die] Probleme, die wir im Moment mit Pyrolyse mit bestimmten Rohstoffen haben, bekommen wir alle in den Griff.“

Pflanzkohleveredlung und -verkauf

„Die Technologie befindet sich auf dem Stand der Marktreife, muss sich jedoch zukünftig weiter verbessern und vor allem kostengünstiger in der Nutzung werden.“

Anlagenherstellung und -betrieb

„Die von Hand auszubringen, das ist es nicht. Also meiner Meinung nach muss die durch den Kompost auf den Acker kommen. Und da sind wir am Überlegen, wie man das machen könnte, wie man den Kompost herstellt und die Pflanzkohle dazu bringt. Das muss noch reifen bei uns.“

Landwirtschaft

Die Pyrolyse-Technologie weist eine hohe technologische Reife auf, dennoch gibt es technologischen Verbesserungsbedarf, den die befragten Akteur*innen aber ohne Sorge sehen. Der Pyrolyse-Prozess erfordert eine gewisse Biomassequalität und gegebenenfalls eine Vorverarbeitung der Biomasse. Diesbezüglich gibt es Bedarf an technologischen Weiterentwicklungen und Erfahrungen mit unkonventionelleren Ausgangsstoffen, die wünschenswerterweise die Wirtschaftlichkeit verbessern.

Kritischer gesehen werden die Kosten der Anlagen, die Komplexität der Prozesse sowie das dafür notwendige Wissen. Das Betreiben von Pyrolyse-Anlagen erfordert spezifisches technisches Know-how, weil sonst die Gefahr für schädliche Produktionsfehler besteht.

Grundsätzlich besteht eine solide Basis an Wissen und wissenschaftlicher Evidenz über die Anwendung von Pflanzkohle als Bodensubstrat und ihre Wirkungen, auch wenn gleichzeitig weitere Forschungslücken existieren. Weiterer Forschungsbedarf besteht vor allem durch die große Heterogenität der Pflanzkohle aufgrund unterschiedlicher Ausgangsstoffe und Herstellungsverfahren sowie der spezifischen Anwendungssituation. Wichtig ist auch, vorhandenes Wissen zu bündeln und zu antizipieren sowie praktisches Erfahrungswissen zu stärken.

Bezüglich der Anwendung wurden mittlerweile verschiedene, leichter implementierbare Optionen entwickelt. Dennoch müssen hier weiteres (Erfahrungs-)wissen gesammelt, die technischen Möglichkeiten verbessert und die Preise reduziert werden, um eine breitere Anwendung zu fördern.



INFRASTRUKTUR – Technische und geschäftliche Integration

Infrastruktur umfasst die Chancen und Hemmnisse in Bezug auf die technische und geschäftliche Integration der Technologie. Konkret werden Aussagen zur Bereitstellung, -lagerung, -transport und zum Vertrieb von Pflanzkohle sowie zur Produktion und Nutzung der Nebenprodukte dargelegt.

„Ein Beispiel, das ich für unglaublich sinnvoll erachte, ist Holz aus der Landschaftspflege, also Straßenbegleitgrün, Hecken, Stadtgrün in einer Pyrolyse-Anlage zu pyrolysieren und dabei die Wärme entweder als Nahwärme oder als Hochtemperaturprozess- oder Mitteltemperaturprozesswärme zu verwenden. Das ist ein rundum sinnvoller Pfad.“

Verbandsvertretung

„Und deswegen, um die optimale Nutzung zu erreichen, ist es halt wichtig, dass, egal welcher Konversionsprozess in der Mitte steht, um die Pflanzenkohle zu erzeugen, dass dort auch alle Nebenprodukte optimal genutzt werden beziehungsweise die Wärme reintegriert wird.“

Forschung

„...] ich brauche aber eine Abnahme, ich brauche eine Senke. Die Hürde ist, die Leute zu finden, die das brauchen. Ganz klar. Die Chancen sind darin, dass gerade letztes Jahr ein sehr interessantes Jahr war, man immer mehr möchte zu dieser Sicherheit. Wie gesagt irgendwo, wenn man gerade ein Entsorgungsproblem hat oder was Festes, was vielleicht auch nicht Holz ist, was man da verwerten kann in der Anlage, da ist die Chance, dass man sagt, ich will diese Sicherheit, da habe ich den Rohstoff, der fällt eh an. Genau. Warum setze ich das nicht mit ein und habe ein gewisses Risiko, dass ich gegen Marktpreise vielleicht nicht perfekt bin, aber ich habe einfach die Sicherheit in der Versorgung von mir selber.“

Projektplanung und -betrieb

Das Vorhandensein von Biomasse, insbesondere von Reststoffen für die Pyrolyse, wird allgemein als förderlich für die Entwicklung der Pflanzenkohle-Herstellung und -Anwendung gesehen. Dennoch müssen die Nutzungskonkurrenz, die unsichere Preissituation sowie die Saisonalität bestimmter Ausgangsstoffe bei der weiteren Umsetzung von Pflanzenkohle-Projekten beachtet werden.

Eine wichtige Rolle spielen Konzepte für die Energienutzung. Hier gibt es verschiedene Optionen für die eigene Nutzung oder die externe Bereitstellung. Jedoch stehen der Entwicklung und Umsetzung eines Energienutzungskonzepts viele Hürden gegenüber: das saisonale Biomasseangebot und der saisonale Wärmebedarf, der zeitliche und organisatorische Aufwand, fehlende Standardkonzepte sowie fehlende Wärmenetze zur Einspeisung. Eine große Chance wird in der Lebensmittelindustrie als Akteurin für Pflanzenkohle-Wertschöpfungsketten gesehen, da die Funktion der permanenten Biomassebereitstellung erfüllt werden kann und zusätzlich ein hoher und konstanter Energiebedarf besteht.

Auch für die Verkaufsstrukturen gilt, dass es trotz der bestehenden und zunehmenden Vertriebsmöglichkeiten Verbesserungsbedarf gibt, zum Beispiel bezüglich der Optimierung der Verkaufslogistik. Ein grundsätzlicher Vorteil beim Schritt des Pflanzenkohle-Verkaufs gegenüber der Biomassebereitstellung ist, dass die Distanz für den Pflanzenkohle-Vertrieb von geringerer ökonomischer Bedeutung ist und somit mehr Flexibilität erlaubt.

INSTITUTIONEN – Standards und rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen

Im Folgenden sind die *institutionellen* Chancen und Hemmnisse zusammengefasst. Dazu gehören die etablierten Gesetze sowie (informelle) Regeln und Strukturen, die die Produktion und Anwendung regeln und leiten, wie zum Beispiel Zertifizierungen.

„Dann haben wir die Politik und die Regularien als Hürde, wobei laut meines Standes die Düngemittelverordnung novelliert wurde, so dass mehr Inputstoffe für die Pyrolyse erlaubt werden.“

Verbandsvertretung

„Und ja, es ist aufgenommen worden im Koalitionsvertrag, dass es wahrscheinlich ohne Kohlenstoffsinken nicht gehen wird und die Ziele nicht erreichbar sind. Aber was konkret das dann heißt und wie man es einbindet und umsetzt und wie das erreicht werden kann, da ist noch vieles unklar.“

Forschung

„(...) weil da kommt ja immer wieder noch ein Schwall voll Zertifizierungen, Auflagen und hier wieder ein Förderantrag und hier wieder was, was du ausfüllen musst und da wieder was, wo du ins Büro musst. Das ist ja immer das große Thema mit der ganzen Bürokratisierung in Deutschland.“

Landwirtschaft

„CO₂-Zertifikate für Pflanzenkohle sind sinnvoll – ein einheitlicher, übergreifender Maßstab wäre zu bevorzugen. Die Zertifikate werden aktuell nicht einheitlich ausgestellt und der Markt und Mechanismus dahinter ist recht kompliziert. Barrieren könnten deswegen bestehen, da die Zertifikate erklärungsbedürftig sind und auch der Prozess, wie man diese erhält, nicht einfach zu verstehen ist. Marktseitig sind diese aber sehr gefragt.“

Anlagenherstellung und -betrieb

Verschiedene einschlägige Gesetze und die rechtliche Unsicherheit hemmen die Verbreitung von Pflanzenkohle als Klimaschutztechnologie. Gleichzeitig finden gesetzliche Veränderungen statt, die positiv zur Entwicklung beitragen. So erlaubt die neue EU-Düngemittelverordnung (2019/1009) eine Mehrzahl an Ausgangsstoffen für die Herstellung von Pflanzenkohle.

Der bürokratische Aufwand für Genehmigungs-, Zertifizierungs- und Förderverfahren wird in der Praxis stark kritisiert. Insbesondere in der Landwirtschaft wird dadurch die Umsetzung gehemmt, da kleineren Landwirtschaftsbetrieben die Kapazitäten und Kenntnisse für diese komplexen Verfahren fehlen.

Das europäische Pflanzenkohlezertifikat des EBC (European Biochar Certificate) ermöglicht die Produktion und Anwendung von qualitativ hochwertiger Pflanzenkohle bei gleichzeitiger Reduzierung von möglichen, negativen Umweltauswirkungen. Es handelt sich dabei um einen freiwilligen Industriestandard. Dennoch wird der damit verbundene bürokratische Aufwand von einigen Akteursgruppen aus der Praxis als kritisch angesehen.

Darüber hinaus gibt es neben dem Zertifikat für die stofflichen Produkteigenschaften mittlerweile auch eine freiwillige EBC-Zertifizierung für die Kohlenstoffsenkleistung der Pflanzenkohle. Eine Verbesserung der zugrundeliegenden Methoden und der Datenbasis ist jedoch erforderlich. Auch hier wirken der bürokratische Aufwand und das fehlende notwendige Wissen hemmend. Komplexität, Aufwand, notwendiges Wissen sowie der Mangel eines einheitlichen Systems, welches einen vertrauenswürdigen und transparenten Kohlenstoffhandel ermöglicht, beeinträchtigen das Potenzial als finanzielle Anreizstruktur den Einsatz der Technologie zu fördern. Aktuell gibt es keine Einbindung in den staatlich regulierten Kohlenstoffmarkt, welche jedoch von einigen Befragten als hilfreich wahrgenommen wird.

Impulse für das Gelingen von regionalen Pflanzenkohle-Projekten

Wie kann erreicht werden, dass künftig mehr regionale Pflanzenkohleprojekte umgesetzt werden und das Kohlenstoffsenkpotenzial als Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele genutzt wird? Für die Erarbeitung der folgenden Impulse wurden im Rahmen der Masterarbeit die empirischen Ergebnisse aus den 13 Interviews weitergedacht und Handlungsmöglichkeiten abgeleitet. Dafür wurden die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen im Sinne des sozio-technischen Ansatzes diskutiert. Zudem erfolgte ein Abgleich der Ergebnisse mit der Literatur. Im Folgenden finden Sie eine Kurzform der zentralen Empfehlungen. Diese sind anhand der oben gewählten Symbole einzelnen sozio-technischen Faktoren zugeordnet.



Relevante Pflanzenkohle-Stakeholder sollten eine **gemeinsame Pflanzenkohle-Vision** entwickeln und damit verbunden **Ziele** zur Erreichung dieser formulieren. **Regularien und finanzielle Anreize** beeinflussen die verschiedenen Zielsetzungen der Akteur*innen und können insbesondere Ziele wie die Eindämmung des Klimawandels oder die Bodengesundheit mit ökonomischen Zielen in Einklang bringen.



Zudem bedarf es einer spezifischen Pflanzenkohle-Politik mit einem klaren politischen Bekenntnis und mit **klaren Zielen**. Politiker*innen sollten einerseits die **Notwendigkeit von Negativemissionen** hervorheben (z.B. klare Negativemissionsziele) und andererseits durch verstärkte Kommunikation das **Kohlenstoffsenkpotenzial** der Technologie unterstützen. Die Politik kann beispielsweise durch die Förderung von Bildung langfristig zu einem kulturellen Wandel – in Bezug auf Wahrnehmung, Werte und Einstellung der Akteur*innen – beitragen und so zum Beispiel Genehmigungsverfahren erleichtern oder die Nachfrage seitens der Landwirtschaft stärken.



Zusätzlich zu dem möglichen Zertifikatehandel sind weitere **finanzielle Anreize** für funktionierende Geschäftsmodelle entlang der Pflanzenkohle-Wertschöpfungskette notwendig. Die Forschung sollte sich insbesondere mit der **Quantifizierung der geschaffenen Ökosystemleistungen** beschäftigen, sodass andere Akteursgruppen, wie zum Beispiel Unternehmer und Dienstleister diese dann in Geschäftsmodellen umwandeln können.



Es ist wichtig, dass Akteur*innen mit verschiedenen Bedarfen (z.B. Energiebedarf, Bodenverbesserung) und Potenzialen (z.B. Reststoffanfall) sich zusammenschließen und dementsprechend die verschiedenen Funktionen in der Pflanzenkohle-Wertschöpfungskette erfüllen. Diesbezüglich können

beispielsweise Kommunen Pyrolyse-Anlagen in ihre Wärmeplanung miteinbeziehen und so auch die **Kooperation** verschiedener Akteur*innen initiieren. Auch Verbände, Netzwerke, lokale Akteursgruppen können potenzielle Akteur*innen zusammenbringen und deren Organisation unterstützen.



Verbände und Netzwerke sollten durch Kommunikation die Entwicklung von Pflanzenkohle-Wertschöpfungsketten stärken und sich insbesondere auf eine **einfache, leicht verständliche Sprache** fokussieren. Dadurch wird ein breiteres Bewusstsein und besseres Verständnis für die Technologie geschaffen. Unter anderem ist hier die **Kommunikation mit dem Landwirtschaftssektor** von hoher Bedeutung. Informations- und Beratungsangebote sollten auch die Komplexität und den hohen bürokratischen Aufwand bei vorhandenen Fördermöglichkeiten und notwendigen Genehmigungsverfahren adressieren.



Der Austausch zwischen relevanten Akteursgruppen kann nicht nur die **technologische Weiterentwicklung** positiv beeinflussen, sondern auch dazu beitragen, **technisches Wissen** zu verbreiten. Deshalb sollten Hersteller von Pyrolyseanlagen den **Austausch mit potenziellen Anlagenbetreiber*innen** anregen, um die technologische Entwicklung an den Pflanzenkohleherstellern auszurichten. Gleichzeitig kann so technisches Wissen bezüglich der Produktion von Pflanzenkohle verbreitet werden. Dadurch lässt sich beispielsweise das Risiko eines Schadstoffeintrags reduzieren.



Zudem sollten Gesetze und Richtlinien einerseits den aktuellen Stand der Forschung widerspiegeln und andererseits partizipativ entwickelt werden, um den verschiedenen Akteursgruppen zu entsprechen. Zum Beispiel sollte die Heterogenität der Pflanzenkohle-Konzepte bei der **Gestaltung der Rahmenbedingungen** mitgedacht werden, sodass z.B. kleinere Landwirtschaftsbetriebe nicht unverhältnismäßig durch Überbürokratisierung bei der Umsetzung von Projekten gehindert werden.



Die **Einbindung in staatliche Kohlenstoffmärkte** könnte die Pflanzenkohle für einige Akteursgruppen attraktiver machen. Egal ob im freiwilligen oder im staatlichen Kohlenstoffmarkt ist es jedoch zunächst wichtig, **Klarheit und Transparenz** über Pflanzenkohle als Kohlenstoffsenke und den dazugehörigen Zertifizierungsprozess sowie den Handel zu schaffen. Zudem muss der bürokratische Aufwand für den Kohlenstoffhandel insbesondere für einzelne Landwirt*innen reduziert werden, z.B. durch angebotene Unterstützung seitens der Zertifizierungsakteur*innen.



Neben weiterer Forschung ist insbesondere weitere **Praxiserfahrung** erforderlich, u.a. um die positiven Effekte für potenzielle Anwender*innen greifbar zu machen. Lokale Vorreiter*innen (die bereits Pflanzenkohle herstellen oder anwenden) können durch vermehrten Austausch und insbesondere praktische Demonstrationen weitere Akteur*innen für Pflanzenkohle begeistern.



Um die Biomassebereitstellung, Energienutzung, Pflanzenkohle-Produktion und den Pflanzenkohle-Verkauf aufeinander abzustimmen sollten **reproduzierbare und anpassbare Geschäftsmodelle** entwickelt werden.

Die Ergebnisse der sozio-technischen Analyse zeigen, dass verschiedene Aspekte die Entwicklung und Anwendung der Pflanzenkohle-Technologie weiterhin hemmen. Beispiele sind die fehlenden Einspeisemöglichkeiten für die entstehende Wärme, aber auch die in der Gesellschaft bestehenden Werte und hindernde Regularien, welche den Status Quo stärken. Andererseits zeigt die Analyse auch viele dynamische Veränderungen auf wie den technologischen Fortschritt, die Veränderung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und die entstehenden Kooperationen. Diese Veränderungen werden begleitet von Anpassungsprozessen innerhalb der Pflanzenkohle-Entwicklung. Zum Beispiel werden Strukturen für die Biomassebereitstellung entwickelt und optimiert und daran angepasst, dass die Verwendung von anderen Reststoffen als Holz seit neuestem gesetzlich gestattet ist.

Die identifizierten hemmenden Faktoren und fehlenden Anpassungsprozesse sollten von der Politik, der Landwirtschaft und weiteren relevanten Akteur*innen adressiert werden. Aufgrund der Rückkopplungen zwischen den sozialen und den technischen Faktoren ist es wichtig, sich nicht nur auf die technologische Weiterentwicklung von Pflanzenkohle zu konzentrieren, sondern auch die sozialen Einflussfaktoren zu antizipieren und wenn möglich, aktiv so zu gestalten, dass diese die Pflanzenkohle-Entwicklung fördern. Insbesondere die verstärkte Zusammenarbeit durch Kommunikation und Wissensaustausch sowie in Form von Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette sind von hoher Bedeutung für die zukünftige Entwicklung von Pflanzenkohle als Negativemissionstechnologie.

Das Projekt Landgewinn

Das Forschungsprojekt ‚Landgewinn‘ hat zum Ziel, den deutschen Landwirtschaftssektor in Interaktion mit anderen Sektoren im Energiesystem umfassend zu bewerten. Neben der Herstellung und Anwendung von PK als Kohlenstoffsenke (sogenannte Negativemission) untersucht der Forschungsverbund die Agri-Photovoltaik sowie nachhaltige Antriebskonzepte für Landmaschinen auf der Energienachfrageseite.

Die Leitung des Forschungsprojekts liegt bei der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien Offenburg, in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg im Breisgau, der Hochschule für öffentliche Verwaltung Kehl und dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Berlin. Gefördert wird das Vorhaben durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms.

Weitere Informationen finden Sie auf www.fyi-landgewinn.de.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Herausgeber:

**Institut für ökologische Wirt-
schaftsforschung (IÖW) GmbH, ge-
meinnützig**

Potsdamer Str. 105

D-10785 Berlin

Tel. +49-30-884594-0

Fax +49-30-8825439

www.ioew.de

Autorin:

Zoe Hoffmann

Email: zoehoffmann@googlemail.com

Datum:

November 2023

