

Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement
Landwirtschaft und Wald (lawa)
Centralstrasse 33
Postfach
6210 Sursee
Telefon 041 349 74 00
lawa@lu.ch
lawa.lu.ch

Sursee, 30. Juni 2025

KS-W4.1 Prüfung alternativer Ansätze zur CO₂-Speicherung

Abschlussbericht Pflanzenkohle 2022-2025



Inhalt

Ausgangslage	3
1 Definition Pflanzenkohle	3
2 Auftrag	3
Synthese	4
3 Ziele & Erfüllungsgrad	4
4 Ergebnisse	5
4.1 Rechtliche und technische Grundlagen	5
4.2 Potenzialstudie	7
4.3 CO₂- und Energiebilanz	9
Handlungsoptionen & Empfehlungen	11
5 Variantenstudium Förderprogramm	11
5.1 Handlungsoptionen	11
5.2 Empfehlung	11
6 Erhebung Indikator	12
6.1 Handlungsoptionen	12
6.2 Empfehlung	12
7 Vollzug & Qualität Pflanzenkohle	13
7.1 Handlungsoptionen	13
7.2 Empfehlung	13

Ausgangslage

1 Definition Pflanzkohle

Pflanzkohle ist ein poröses, kohlenstoffhaltiges Material, das durch Pyrolyse¹ aus pflanzlichen Biomassen hergestellt wird. Der in Pflanzkohle erhaltene Kohlenstoff bleibt je nach Art der Verwendung langfristig gespeichert. Deshalb können Trägermedien wie Böden oder Baustoffe durch die Einlagerung von Pflanzkohle als Kohlenstoffsinken fungieren.

2 Auftrag

Am 21. März 2022 nahm der Kantonsrat den Planungsbericht über die Klima- und Energiepolitik 2021 des Kantons Luzern ([B 87](#) vom 21. September 2021) zustimmend zur Kenntnis. Mit der [Massnahmen- und Umsetzungsplanung Klima und Energie 2022–2026](#) wird aufgezeigt, wie die Massnahmen umgesetzt werden. In einer Massnahme sollen alternative Ansätze und die Begleitung von Pilotprojekten zur CO₂-Speicherung geprüft werden (KS-W4.1). Ein Ansatz ist die Verwendung von Pflanzkohle z.B. in der Landwirtschaft oder im Strassenbau.

Die Massnahme ist Teil der Erfüllung des [Postulats P 628 Estermann Rahel und Mit.](#) über die Förderung der Produktion von klimapositiver Biokohle.

Unter der Leitung der Dienststelle Landwirtschaft und Wald (DS lawa) erarbeiteten externe Ingenieurunternehmen² die vorliegenden Ergebnisse in Form von Analysen, Berichte, Richtlinien und Merkblättern. Zum Teil richten sie sich an die kantonale Verwaltung (unveröffentlicht). Die anderen Publikationen sind auf der [Webseite der DS lawa](#) veröffentlicht.

Vorliegender Abschlussbericht führt Informationen, Erkenntnisse und Daten zusammen und ermöglicht damit einen raschen Überblick. In der Schlussfolgerung werden Handlungsoptionen sowie Empfehlungen aufgezeigt. Im Hinblick auf die nächste Massnahmenplanung Klima und Energie 2027-31 besteht damit eine Entscheidungsgrundlage.

¹ Von der Pyrolyse klar abzugrenzen ist das HTC-Verfahren (hydrothermale Karbonisation), dessen Kohle-Produkte ganz andere Eigenschaften aufweisen (Instabilität, Schadstoffgehalte etc.). Der Begriff der «Pflanzkohle» sollte deshalb nicht für im HTC-Verfahren hergestellte Kohlen verwendet werden.

² Schlussbericht CO₂-Speicherleistung von Pflanzkohle Potenzialstudie, Waldstudio GmbH, Karin Hilfiker, April 2024

Visualisierung Verwendungszwecke Pflanzkohle, Gasser Miesch GmbH, Melissas Miesch, 2023

CO₂- und Energiebilanz von Pflanzkohle, EBP Schweiz, Andy Spörri, 2024

Rechtliche und technische Grundlagen für die Produktion von Pflanzkohle und deren Einsatz in der Landwirtschaft, Basler & Hofmann AG, Konrad Nötzli, 2024

Synthese

3 Ziele & Erfüllungsgrad

Nachfolgend werden Ziele der Massnahme KS-W4.1 und deren *Erfüllungsgrad* dargelegt:

- eine dienststellenübergreifende Fachgruppe «Pflanzenkohle» ist aufgebaut.
Die Fachgruppe hat keine feste Zusammensetzung und traf sich situativ zu konkreten Fragestellungen. Die Fachgruppe setzte sich aus den Fachbereichen der DS uwe (Boden, Luft, Energie, Entsorgung), DS rawi (Baubewilligungen) und der DS lawa (Landwirtschaft, Wald) zusammen. Das BUWD (Politik und Strategie, Klima) wurde beigezogen und informiert. Diese agile Form schonte Ressourcen. Empfohlen wird dennoch eine Klärung der Zuständigkeiten und die Installation einer Hauptansprechperson pro DS mit geregelter dienststelleninterner Informationskette sowie ein Weiterbestehen der Fachgruppe.
- die zu klärenden Fragen im Bereich Wald, Naturschutz, Gesundheit, Holzfluss, Luft, Abwärme, Gewässer, Landwirtschaft, Boden und CO₂- Senkenleistung sind definiert.
Im internen Bericht «Rechtliche und technische Grundlagen für die Produktion von Pflanzenkohle und deren Einsatz in der Landwirtschaft», in der Potenzialstudie «CO₂-Speicherleistung von Pflanzenkohle» sowie in der Fachliteratur sind die zu klärenden Fragen benannt. In folgenden Kapiteln werden diese beantwortet.
- eine Zusammenstellung wissenschaftlicher Grundlagen ist erstellt, insbesondere zur CO₂- und Energie-Bilanz.
Eine CO₂- und Energiebilanz von Pflanzenkohle liegt vor.
- das Potenzial der verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten von Pflanzenkohle ist bestimmt; die Resultate sind in einer Potenzialstudie festgehalten
Die Potenzialstudie «CO₂-Speicherleistung von Pflanzenkohle» liegt vor.
- ein Entscheid zur Durchführung eines Förderprogramms ist getroffen sowie Förderkriterien festgelegt
Der vorliegende Abschlussbericht stellt die Entscheidungsgrundlage über ein mögliches Förderprogramm dar und gibt eine entsprechende Empfehlung ab.

4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die wesentlichen Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgegenstände präsentiert. Die Hintergrundberichte werden nicht veröffentlicht, da sie einerseits auf modellhaften Annahmen und Richtwerten beruhen und isoliert betrachtet zu Fehlinterpretationen führen könnten; ihre Einordnung erfordert den entsprechenden Kontext sowie eine fachlich fundierte Auseinandersetzung mit den zugrundeliegenden Unsicherheiten. Andererseits enthalten diese zum Teil vertraulichen Unternehmensdaten, welche mit einer Vereinbarung geschützt wurden.

4.1 Rechtliche und technische Grundlagen

Zu den rechtlichen und technischen Grundlagen wurde ein internes Basisdokument erstellt. Dieses richtet sich an die kantonale Verwaltung und enthält die wichtigsten einzuhaltenden Vorschriften bezüglich der Herstellung, der Anwendung und dem Inverkehrbringen von Pflanzenkohle. Der Fokus richtet sich dabei auf die Anwendung von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft. Als Kernstück wurde der Handlungsbedarf identifiziert und adressiert. Der Bericht wird mit zwei öffentlich zugänglichen Dokumenten ergänzt, die sich an Produzierende bzw. Anwendende von Pflanzenkohle richten:

- Richtlinie für die Produktion von Pflanzenkohle
- Merkblatt für die Anwendung von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft

Gibt es Anforderungen an das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Pflanzenkohle?

Grundsätzlich muss die Pflanzenkohle aus naturbelassenem Holz produziert werden. Die Schweiz stützt sich auf die Vorgaben der Europäischen Union.

Wenn Pflanzenkohle bald in grösserem Massstab produziert und verwendet wird, besteht dann ein Biomassekonflikt mit regionalen Holzressourcen?

Entscheidend ist, welche Biomasse für welche Betriebszweige genutzt wird. Das Produkt Holz muss als kreislauffähiger Baustoff verstärkt etabliert und Pflanzenkohle konsequent aus der Kaskade Holz hergestellt werden können. Weitere Rohstoffkanäle ergeben sich z.B. aus Flur- und Heckenholz.

Gibt es Einschränkungen bezüglich der eingesetzten Technologie?

Ja. Gewerblich verkaufte Pflanzenkohle muss unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben zur Herstellung produziert werden. Für bestimmte Verwendungszwecke – etwa als Dünger – gelten weiterführende Anforderungen an das Verfahren.

Welche planungs- und baurechtlichen Vorgaben müssen eingehalten werden?

Der Bau von Anlagen zur *industriellen* Produktion von Pflanzenkohle ist grundsätzlich nur in der Bauzone möglich. Pyrolyseanlagen *mittlerer Grösse* werden auch im Umfeld von *Landwirtschaftsbetrieben* erstellt. In der Landwirtschaftszone gelten grundsätzlich nur Bauten und Anlagen als zonenkonform, welche zur landwirtschaftlichen Nutzung nötig sind. In beiden Fällen muss ein Baugesuch eingereicht werden.

Temporär genutzte *Kleinstanlagen* für den privaten Eigengebrauch (z. B. «Kon-Tiki»-Öfen und dergleichen) sind mit Feuerstellen und Gartencheminées gleichzusetzen und gelten als baubewilligungsfreie Anlagen. Im Einzelfall können Kleinstanlagen auf Antrag überprüft werden.

Gibt es Vorgaben aus dem Umweltschutzgesetz, die bei der Produktion von Pflanzenkohle einzuhalten sind?

Ja, Bauten und Anlagen sind grundsätzlich nur dann bewilligungsfähig, wenn die umweltrechtlichen Vorgaben eingehalten sind. Bei der Vorabklärung gilt der Umweltverträglichkeitsprüfung und der Luftreinhaltung ein spezielles Augenmerk.

Spricht etwas gegen die Anschaffung und den Einsatz von Kleinanlagen?

Ja. Kleinanlagen sind nicht bewilligungspflichtige mobile Anlagen zur Produktion geringer Mengen Pflanzenkohle in Chargen. Folgende Punkte sprechen klar gegen den Einsatz der damit produzierten Pflanzenkohle: Geringe Energieeffizienz der Anlage, unkontrollierte Emissionen, mangelnde Kontrolle über den Prozess, sowie die geringe Sicherheit (z.B. Brandgefahr). Der Kanton rät von der Verwendung von Kleinanlagen ab, denn sie entsprechen nicht dem Stand der Technik. Weiter bestehen effiziente und umweltfreundlichere Optionen zur Pflanzenkohleproduktion sowie die Möglichkeit, zertifizierte Pflanzenkohle zu erwerben.

Gibt es weitere Voraussetzungen, die für Anlagebetreiber/innen relevant sind?

Ja. Neben bau- und umweltschutzrechtlichen Bestimmungen gelten arbeits- und sicherheitsrechtliche Anforderungen wie das Arbeitsgesetz, das Unfallverhütungsgesetz sowie die Schweizer Maschinenverordnung, welche sich auf EU-Recht stützt.

Wie funktioniert der Bewilligungsprozess für eine Produktionsanlage?

Der Bewilligungsprozess für Pyrolyseanlagen gliedert sich in den gängigen Baubewilligungsprozess. Auf der [Webseite der Dienststelle Raum und Wirtschaft](#) können die relevanten Informationen und Formulare heruntergeladen werden. In der [Richtlinie](#) sind Anforderungen zusammengefasst.

Darf Pflanzenkohle in landwirtschaftliche Böden eingebracht werden?

Ja, Pflanzenkohle darf als Düngemittelzusatz auf düngbare landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht werden. Anforderungen bestehen hinsichtlich Qualität und Quantität der Kohle: Es dürfen maximal 1 Tonne/ha/Jahr ausgebracht werden und maximal 10 Tonnen/ha auf zwanzig Jahre. Gleichzeitig gilt das Vorsorgeprinzip. Dieses besagt, dass Massnahmen zur Vermeidung oder Begrenzung von potenziellen Gefahren ergriffen werden müssen, bevor ein vollständiger wissenschaftlicher Nachweis über das Ausmass der Gefährdung vorliegt.

Kann Pflanzenkohle als Futtermittel eingesetzt werden?

Ja, wobei nur zertifizierte Futterkohle eingesetzt werden darf. Entscheidend sind die Vorgaben der Futtermittelverordnung. Dazu gehört eine Registrationspflicht der Hersteller/innen und eine Aufzeichnungspflicht der relevanten Daten. Dies erlaubt eine Rückverfolgung der eingesetzten Futtermittel.

Da der Gehalt von (kanzerogenen) PAK je nach Ausgangsmaterial und Produktionsverfahren stark variiert, ist dem Vorsorgeprinzip spezielle Beachtung zu schenken.

Darf Pflanzenkohle als Einstreu verwendet werden?

Ja, solange die Anforderungen an die Dünger- und die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnungen eingehalten werden. Dies, da die Einstreu durch das Ausbringen von Mist und Gülle in den Boden gelangt.

Darf Pflanzenkohle als Düngemittel in Verkehr gebracht werden?

Ja, wenn das Produkt über eine Bewilligung des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) verfügt. Das Produkt muss regelmässigen Kontrollen bzw. Qualitätsprüfungen durch das BLW und die kantonalen Behörden Bestand halten.

Muss die eingesetzte Pflanzenkohle über ein Zertifikat verfügen?

Nein, nicht in jedem Fall. Jedoch ist für den gewerblichen Verkauf von Pflanzenkohle, abhängig des Verwendungszwecks, eine jährliche Zertifizierung notwendig. Um die Anforderungen einzuhalten und damit eine nachhaltige Landwirtschaft zu gewährleisten, wird eine Zertifizierung empfohlen.

4.2 Potenzialstudie

Dieses Dokument beziffert das technische Potenzial der CO₂-Speicherleistung, welches sich durch die langfristige Einlagerung von Pflanzenkohle ergibt. Die ermittelten Werte sind als Richtwerte zu verstehen, da sie auf diversen Annahmen beruhen und verschiedene Aspekte (Permanenz der Speicherleistung, Verfügbarkeit des Ausgangsmaterials, etc.) nicht berücksichtigen. Kombiniert wurde die Ermittlung des technischen Potenzials mit einer Kosten-/Nutzenanalyse. Diese vergleicht die Kosten und den Nutzen der jeweiligen konventionellen Produkte mit den entsprechenden Produkten, die mit Pflanzenkohle angereichert wurden.

Für welche Verwendungsmöglichkeiten wurden im Kanton Luzern das CO₂-Speicherpotenzial berechnet und warum für diese?

Untersucht wurden [folgende Verwendungsmöglichkeiten](#): Tierhaltung, Kompostier- und Vergärungsanlagen, Acker- und Dauergrünflächen, Gemüsebau, Asphalt, Baumgruben, Dachbegrünungen sowie Bauelemente. Diese Verwendungsmöglichkeiten haben für den Kanton Luzern aktuell die grösste Relevanz.

Was ist ein Trägermedium?

Ein Material, das verwendet wird, um die Pflanzenkohle dauerhaft einzulagern. Beispiele sind Erde, Beton oder Asphalt.

Wie wurde das CO₂-Speicherpotenzial berechnet?

In einem ersten Schritt wurde das theoretische Mengengerüst für jedes Trägermedium ermittelt. Bsp.: Bei der Dachbegrünung wurde die maximal mögliche Fläche ermittelt. Kombiniert wurde diese Fläche mit der benötigten Erdauflage. Daraus ergibt sich ein Volumen und somit das theoretische Mengengerüst für das Trägermedium.

In einem zweiten Schritt wurde das technische Mengengerüst für jedes Trägermedium berechnet. Bsp.: Bei Flachdächern kann nicht die ganze Fläche begrünt werden (begehbare Flächen / Arbeitssicherheit). Das technische Mengengerüst berücksichtigt somit Einschränkungen und nähert sich damit einem realistischen Wert pro Trägermedium.

Da die Einlagerung von Pflanzenkohle in die unterschiedlichen Trägermedien in der Schweiz noch eine junge Technologie darstellt, wurde anhand von Szenarien Annahmen getroffen.

Bsp.: Pflanzenkohle wird in 10 % des jeweiligen Trägermediums eingesetzt.

Anhand dieser Überlegungen konnte das CO₂-Speicherpotenzial für den Kanton abgeschätzt werden.

Wie hoch ist das CO₂-Speicherpotenzial von Pflanzenkohle für den Kanton Luzern?

Die CO₂-Speicherleistung von Pflanzenkohle ist derzeit gering. Das Potenzial wurde für den Kanton Luzern abgeschätzt. Bei Interesse geben die Fachpersonen der DS lawa Auskunft und binden die Zahlen in den Kontext ein.

Im Vordergrund steht das Vorsorgeprinzip. Der Bund³ empfiehlt auf eine weitflächige Ausbringung von Pflanzenkohle auf landwirtschaftlichen Böden vorläufig zu verzichten. Daneben ist die Ausnutzung des Potenzials von weiteren Faktoren massgeblich abhängig, wie zum Beispiel von der Rentabilität oder Verfügbarkeit der benötigten Biomasse.

Bei welcher Verwendungsmöglichkeit ist das CO₂-Potenzial am grössten?

Das grösste Potenzial im Kanton Luzern ergibt sich derzeit bei landwirtschaftlich genutzten und düngbaren Böden. Einerseits ist eine grosse Fläche vorhanden und andererseits wird diese regelmässig bewirtschaftet. Der Bund rät aktuell von einer flächendeckenden Ausbringung ab, was das theoretisch höchste Potenzial derzeit faktisch begrenzt.

Wie ist das CO₂-Potenzial bei anderen Verwendungsmöglichkeiten einzuschätzen?

Das Potenzial zur Einlagerung von Pflanzenkohle in den anderen untersuchten Trägermedien wie Beton oder Asphalt ist aufgrund diverser Faktoren begrenzt. Die langfristige Permanenz des eingebrachten Kohlenstoffs ist nicht abgesichert. Bisher ist noch nicht ausreichend geklärt, ob der mit Pflanzenkohle versetzte Beton oder Asphalt recycelbar ist. Auch der Einfluss auf die Materialeigenschaften ist wissenschaftlich noch nicht hinreichend untersucht. Aus diesem Grund kommt dem Vorsorgeprinzip eine besondere Bedeutung zu.

Was wurde bei der Kosten-/Nutzenanalyse berücksichtigt?

Das Kostenverhältnis wurde aus den Kosten des konventionellen Produktes (Beton ohne Pflanzenkohle) und den Kosten der Pflanzenkohle (Beton mit Pflanzenkohle) bestimmt. Bei der Anreicherung eines Produktes mit Pflanzenkohle können Mehraufwände entstehen. Demgegenüber sind Erträge, z.B. aus CO₂-Zertifikaten möglich.

Weitere potentielle Benefits der Pflanzenkohle (z.B. Erhöhung der Wasserspeicherkraft) wurden nicht quantifiziert. Eine entsprechende Monetarisierung ist nur schon vor dem Hintergrund der offenen Forschungsfragen derzeit nicht möglich.

Bei welcher Verwendungsmöglichkeit ist das Kosten-/Nutzenverhältnis am besten?

Bislang sind keine vergleichbaren detaillierten Kosten-/Nutzenanalysen zu einzelnen Verwendungsmöglichkeiten bekannt. Unsere Untersuchung beleuchtet beim «Nutzen» den Erlös aus dem Verkauf der CO₂-Zertifikat sowie das effektive CO₂-Speicherpotenzial. Weitere mögliche positive Effekte (z.B. Tiergesundheit) wurden aufgrund der fehlenden Daten nicht berücksichtigt. Diese können jedoch einen relevanten Faktor darstellen.

Das reine Kostenverhältnis variiert zwischen 1.03 (Dämmstoffe) und 1.90 für Gemüsebau, was bedeutet, der Preis der Trägermedien erhöht sich durch die Zugabe von Pflanzenkohle um 3 – 90 %. Kombiniert man das Kostenverhältnis mit dem Nutzen (CO₂-Speicherpotenzial) ändert sich das Bild. Die Landwirtschaft (Futter und Einstreu) gemeinsam mit der Anwendung in Beton und Asphalt weist das beste Kosten-/Nutzenverhältnis auf. Das Kostenverhältnis liegt bei diesen Verwendungsmöglichkeiten zwischen 1.1 und 1.4.

Beim «Dämmstoff» ist der Preis des Trägermediums sehr hoch, weshalb die finanziellen Mittel, die für die Kompensation von CO₂ eingesetzt werden müssten, sehr hoch ausfallen.

³ [Faktenblatt](#): Pflanzenkohle in der Schweizer Landwirtschaft Risiken und Chancen für Boden und Klima, BAFU 2023

4.3 CO₂- und Energiebilanz

Erhoben wurden Input- und Output-Daten für den Herstellungsprozess von Pflanzenkohle. Die Daten wurden an drei Anlagen, welche in der Schweiz Pflanzenkohle produzieren, erfasst. Sie stehen unter dem Vorbehalt einer vertraglichen Nutzungsregelung und dürfen ausschliesslich im Rahmen der vereinbarten Zweckbindung verwendet werden.

Wurden die Daten bei Anlagen aus dem Kanton Luzern erhoben?

Nein, es konnten keine Anlagen aus dem Kanton Luzern für die Datenerhebung berücksichtigt werden. Dies aufgrund der Quantität und Qualität der Daten (Anlagen erst kurz in Betrieb / Datenvergleich nicht möglich).

Welche Schritte der Ökobilanz wurden berücksichtigt?

Der Untersuchungsrahmen orientiert sich am Prinzip «cradle-to-grave». Konkret berücksichtigt wurden: Holzernte, Zerkleinerung des Ausgangsmaterials, Herstellung der Pflanzenkohle, Transport zur Produktionsstätte bzw. zum Einsatzort (Distribution) und Entsorgung von Reststoffen.

Welche Faktoren haben den grössten Einfluss auf die CO₂-Bilanz?

Hauptsächlich sind dies zwei Prozessschritte:

1. Fotosynthese während dem Holzwachstum, wobei CO₂ gebunden wird (Negativemission).
2. Pyrolyse der Hackschnitzel, wobei CO₂ ausgestossen wird.

Hat der Transportweg der Hackschnitzel einen grossen Einfluss auf die CO₂-Bilanz?

Bei geringen Distanzen (Schweizer Holz) sind die damit verbundenen Emissionen (Abgase) klein. Erst bei grösseren Distanzen wird der Einfluss des Transportes erheblich.

Ist die CO₂-Bilanz wirklich negativ?

Ja, die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Treibhausgas-Bilanz von Pflanzenkohle unter bestimmten Voraussetzungen negativ ist (ca. -3 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Tonne gespeichertem Kohlenstoff). Voraussetzungen sind eine effiziente Nutzung der Abwärme/Strom der Anlage sowie der Pyrolysebeiprodukte (Pyrolysegas und -öl) und eine korrekte und dauerhafte Einlagerung der Pflanzenkohle.

Welche Unterschiede gibt es zwischen den Anlagen?

- Kohlenstoffspeicherung:
Der Verwendungszweck konzentriert sich bei den untersuchten Anlagen auf „Energie“ oder „Pflanzenkohle“. Wird der Schwerpunkt auf die Erzeugung von Strom und Wärme gelegt, verbleibt nur wenig Kohlenstoff im Nebenprodukt „Pflanzenkohle“. Liegt der Fokus hingegen auf der Herstellung von Pflanzenkohle, wird ein grösserer Anteil des Kohlenstoffs gebunden.
- Holzbedarf:
Für die primäre Energieerzeugung wird im Vergleich zur gezielten Produktion von Pflanzenkohle deutlich mehr Holz benötigt.

Was berücksichtigt die Energiebilanz?

Einerseits den Energieverbrauch für die einzelnen Produktionsschritte: wie viel Energie wurde z.B. für die Pyrolyse gebraucht? Andererseits den Energieursprung und deren Verwendung: wie viel Energie stammt aus der Eigenproduktion und wie viel musste dazugekauft werden? Wird die Energie vollständig genutzt oder besteht noch eine Optimierung?

Wie ist die Energiebilanz der Produktion von Pflanzenkohle einzuordnen?

Die untersuchten drei Anlagen (geringe Stichprobenmenge) unterscheiden sich einerseits hinsichtlich des Produktionsschwerpunkts (Pflanzenkohle oder Energiegewinnung) andererseits bezüglich des Produktionsumfangs. Deshalb variieren ihre Energiebilanzen erheblich.

Wird der Energieaufwand dem Energieertrag gegenübergestellt, weisen zwei Anlagen eine positive Energiebilanz auf.

Wann wird am meisten Energie zur Speicherung von einer Tonne Kohlenstoff in Pflanzenkohle benötigt?

Entscheidend ist vor allem der Verwendungszweck. Liegt der Schwerpunkt auf der Energieproduktion, wird nur ein geringer Anteil des Kohlenstoffs in das Nebenprodukt „Pflanzenkohle“ überführt. Dies führt dazu, dass ein hoher Energieaufwand erforderlich ist, um eine Tonne Kohlenstoff zu speichern. Zudem ist der Holzverbrauch in diesem Fall hoch, was sich deutlich von einer Ausrichtung auf das Hauptprodukt „Pflanzenkohle“ unterscheidet. Ein weiterer wichtiger Faktor ist der Feuchtigkeitsgehalt der eingesetzten Hackschnitzel. Durch den Einsatz energieeffizienter Trocknungsmethoden – beispielsweise durch Nutzung von Prozessabwärme – lässt sich der Wasseranteil im Biomassematerial gezielt reduzieren. Das führt zu einer gleichmässigeren Verkohlung, geringerem Energieverlust und insgesamt höherer Kohlequalität.

Hat die Energienutzung einen Einfluss auf die langfristige Kohlenstoffspeicherung?

Ja, die Untersuchung hat gezeigt, dass bei einer Optimierung der Energienutzung die Negativemissionen erhöht werden können. Somit ist entscheidend, dass keine ungenutzte Energie (z.B. Abwärme in die Luft) entsteht, sondern diese konsequent eingesetzt wird.

Handlungsoptionen & Empfehlungen

Aufgrund der Handlungsoptionen werden den Entscheidungsträger/innen (Politik / BUWD / Führung Dienststellen) konkrete Empfehlungen vorgelegt.

Dies dient als Ausblick für die nächste Massnahmenumsetzung PB K&E 2027-31 inkl. wer diese zu verantworten hat. Gewisse Handlungsoptionen (Abklärungen, Koordination, etc.) werden im Rahmen des Tagesgeschäfts in der Massnahmenperiode 2022-2026 umgesetzt. Der Entscheid über die Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Massnahme KS-W4.1 wird mit dem Planungsbericht Klima und Energie 2026 gefällt.

5 Variantenstudium Förderprogramm

Für die Entscheidungsfindung, ob und welches Förderprogramm eingeführt werden soll, dient vorliegende Nutzwert-Analyse.

5.1 Handlungsoptionen

Zur Förderung der Pflanzenkohle stehen drei Handlungsoptionen zur Diskussion, die sich vorrangig in ihrer Klimawirkung, Energie- und Ressourceneffizienz sowie im Kosten-Nutzenverhältnis deutlich unterscheiden.

1. Kein Förderprogramm

Ein Verzicht auf ein Förderprogramm kann sinnvoll sein, wenn auf die Eigenverantwortung und Innovationskraft des Marktes gesetzt wird. Unternehmen und Initiativen könnten eigenständig Wege finden, Pflanzenkohle wirtschaftlich und nachhaltig einzusetzen – ohne staatliche Unterstützung. Damit lassen sich öffentliche Mittel für andere Bereiche mit grösserem Wirkungspotenzial einsetzen.

2. Pauschale Förderung gespeicherten Kohlenstoffs

Diese Option setzt Anreize über einen Fixbetrag pro gespeicherter Menge Kohlenstoff. Da noch einige Forschungsfragen offen sind, besteht die Möglichkeit, dass Verfahren mit unterschiedlicher Nachhaltigkeit und Effizienz gleichermassen unterstützt werden – ohne deren tatsächliche Wirkung zuverlässig beurteilen zu können.

3. Förderung innovativer Projekte mit Jurybeurteilung

Durch die Prüfung durch eine Fachjury werden Mittel dort eingesetzt, wo sie eine hohe Klimawirkung entfalten, Ressourcen effizient genutzt werden und der volkswirtschaftliche Nutzen überdurchschnittlich ist. Dieser Ansatz fördert Qualität statt Quantität und setzt Impulse für nachhaltige Innovationen.

5.2 Empfehlung

Für eine wirkungsvolle, wirtschaftlich sinnvolle und zukunftsgerichtete Förderung empfiehlt sich die Umsetzung einer innovationsbasierten Projektförderung mit fachlicher Beurteilung (Option 3). Sie bietet die grösste Hebelwirkung für Klimaschutz und Effizienz im Umgang mit natürlichen Ressourcen. Der Fokus soll inhaltlich auf innovative Anwendungsformen mit Klärung offener Fragen zur Praxistauglichkeit und Kosteneffizienz liegen.

Mögliche innovative Projektthemen sind:

- Kosten und Nutzen in der Landwirtschaft
- Langfristige Auswirkungen auf Boden und Tiergesundheit
- Potenzial für die Hofdüngeraufbereitung
- Anwendung im Bauwesen (Substitutionseffekt / Strassenbau)
- Anwendung im Stadtraum (Wasser- und Nährstoffrückhalt)
- Einsatz von Pflanzenkohle bei grossflächigen Rekultivierungsprojekten

In Absprache zwischen den Vertreter/innen der Dienststellen lawa & uwe sowie dem BUWD wurde die Empfehlung erarbeitet, auf ein separates Förderprogramm zu verzichten.

Bestehende Gefässe, namentlich [Pilotprojekte Klima und Energie](#) und [innovative Projekte DS lawa](#), können bei konkreten Projektvorhaben in Anspruch genommen werden. Die Nutzung dieser Synergien, z.B. unabhängige Jury / korrekte Sprechung von Finanzen, führt zu einer deutlichen Reduktion des Aufwands.

6 Erhebung Indikator

Pflanzenkohle wird im Kanton Luzern produziert, verkauft und verwendet. Bislang fehlt eine Erhebung der eingesetzten Pflanzenkohle auf dem Kantonsgebiet Luzern und damit eine nachvollziehbare Aussage zum CO₂-Speicherbeitrag durch Pflanzenkohle (Richtgrösse). Deshalb hat die DS lawa 2025 einen externen Auftrag vergeben. Unter anderem mit der Zielformulierung «Der Pflanzenkohle-Indikator *Tonnen CO₂ pro Jahr* für das Jahr 2024 mit Bezugsrahmen Kanton Luzern liegt als Zahl vor».

6.1 Handlungsoptionen

1. Verzicht auf eine jährliche Erhebung:

Da die Rahmenbedingungen für den Zertifikatshandel nicht erstellt sind, ist eine Anrechenbarkeit der Pflanzenkohle als NET auf diesem Weg aktuell nicht möglich. Eine andere Erhebungsmöglichkeit besteht darin, die ausgebrachte Menge aufzuzeichnen. Eine Erfassungspflicht über die gängigsten Anwendungsbereiche besteht jedoch nicht.

Auch wenn eine Erhebungsmethode bestünde, muss mit einer Dunkelziffer gerechnet werden (z.B. private Eigenproduktion / Zwischenhändler). Eine Doppelanrechnung kann ausserdem nicht ausgeschlossen werden.

2. Erhebung:

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Umfragen 2025 (vgl. Einleitung Kapitel 6) wird der Indikator mittels Umfrage erhoben. Parallel dazu wird mit dem Bund Kontakt aufgenommen und den Bedarf einer Erhebung – auch im Sinne des Vorsorgeprinzips – besprochen.

6.2 Empfehlung

Es wird empfohlen, die Erhebungsmethode «Umfrage» bzgl. der eingesetzten Pflanzenkohle auf dem Kantonsgebiet Luzern zu überprüfen und anzupassen. Der Indikator «CO₂-Speicherleistung Pflanzenkohle in Tonnen CO₂ pro Jahr» wird vorerst als Richtwert jährlich ausgewiesen. Das langfristige Ziel ist die Klärung auf Bundesebene, ob und wie die CO₂-Speicherleistung von Pflanzenkohle als NET angerechnet werden kann.

7 Vollzug & Qualität Pflanzenkohle

Für die Produktion von Pflanzenkohle gibt es verschiedene Verfahren. Im industriellen Massstab greifen die geltenden gesetzlichen Vorschriften, sowohl in baurechtlicher als auch in umweltrechtlicher Sicht. Der Vollzug der Pflanzenkohleherstellung in der Schweiz berührt eine Vielzahl von Fachdisziplinen, wie Anforderungen an die Biomasse, die Überwachung der Energieeffizienz, die Kontrolle der Luftqualität und die Einhaltung der Emissionsvorgaben. Bei der Überprüfung der Pflanzenkohleanwendung ist auch besonderes Augenmerk auf die Bodenqualität und -gesundheit zu legen. Wird Pflanzenkohle als Futtermittel eingesetzt oder in Böden eingetragen, stehen die Gesundheit von Tier und Mensch im Vordergrund. Durch die Vielzahl involvierter Fachstellen und Anforderungen ist der Vollzug und damit die Sicherung der Qualität der Pflanzenkohle anspruchsvoll und koordinationsintensiv.

7.1 Handlungsoptionen

1. Vollzug und Anpassung der rechtlichen Grundlagen
Verwaltungsintern werden die Möglichkeiten des Vollzugs geprüft, Schnittstellen geklärt, bestehende Lücken identifiziert und wo nötig die rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst. Das Ziel ist ein praxistauglicher Vollzug, der mit minimalem Aufwand die grösstmögliche Wirkung erzielt, wobei der Fokus auf der Qualitätssicherung bei der Herstellung von Pflanzenkohle in Grossanlagen liegt.
2. Sensibilisierung zur «Qualität Pflanzenkohle»
Die breite Öffentlichkeit wird über die korrekte Herstellung von Pflanzenkohle sowie über deren Vorteile und Risiken informiert und sensibilisiert. Im Vordergrund stehen Pflanzenkohleprodukte, die nicht in industriellen Anlagen produziert wurden. Eine Wissensvermittlung zum Beispiel in Zusammenarbeit mit der Umweltberatung Luzern und dem Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung (BBZN) oder die Bereitstellung von kostenlosen Qualitätschecks von Pflanzenkohle ist zu prüfen.

7.2 Empfehlung

Es wird empfohlen, die zwei oben aufgeführten Handlungsoptionen in die Massnahmen- und Umsetzungsplanung 2027–31 aufzunehmen (Weiterentwicklung Massnahme KS-W4.1).