agridea

Anwendungen und Möglichkeiten



Mit finanzieller Unterstützung der Leopold Bachmann Stiftung

inkoh Biochar and beyond

Inhaltsverzeichnis

1 Einsatzmöglichkeiten der Pflanzenkohle 2
2 Landwirtschaft 4
2.1 Tierhaltung (Rinder, Schweine, Hühner) 4
2.1.1 PK in der Fütterung 4
2.1.2 Additiv in der Silage 6
2.1.3 PK im Hofdünger 6
2.1.4 Ammoniak und Pflanzenkohle 6
2.1.5 Güllebehandlung 6
2.1.6 Gesetzliche Bestimmungen für Dünger 7
2.1.7 Zusammenfassung Tierhaltung 8
2.2 Pflanzen 8
2.2.1 Kompost 8
2.2.2 Wurzelbeigabe 9
2.2.3 Pflanzsubstrat 9
3 Weitere Anwendungen 11
4 Literatur 1

1 Einsatzmöglichkeiten der Pflanzenkohle

Pflanzenkohle (PK) kann in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden: Landwirtschaft, Garten, Golfplätze, Bauwesen, Kosmetika, Farben, Abwasserreinigung, etc. Die Ansprüche an die PK-Qualität sind dabei nicht dieselben. Wer PK einsetzt, sollte Herkunft, Preis, Qualität und Wirkung kennen (Abb. **1**).

In der Landwirtschaft wird PK vielseitig eingesetzt. Sie wird dem Kompost zugegeben, in Gärten eingesetzt und von Tierhaltern in Futter und Einstreu beigegeben sowie in der Hofdüngeraufbereitung genutzt. PK-Produkte wie Substrat für Baumpflanzung und Schwarzerde werden verkauft.

Zum Teil wird PK eingesetzt, um Probleme zu beheben. Aber PK sollte spezifisch eingesetzt werden, wenn die Ursache des Problems bekannt ist. Idealerweise wird PK nicht einfach ohne angepasste Beratung verkauft. Landwirte wollen mit der PK eine langfristige Wirkung erzielen.

Die Hauptargumente, PK einzusetzen, sind die CO_2-Bindung, Emissionsminderung, Tiergesundheit und Wasserspeicherung im Boden. Als Kohlenstoffsenke ist PK unumstritten, andere Wirkungen sind weniger klar. Wie genau und welche Mengen sowie mit welcher Wirkung PK eingesetzt werden sollte, muss trotz weltweiter Studien genauer in der hiesigen Praxis erforscht werden. Denn klare Daten dazu fehlen.

Tabelle 1 zeigt eine Auswahl an möglichen PK-Anwendungen (Schmidt et al., 2021).

Je nach Anwendung sind unterschiedliche Eigenschaften der PK relevant, die entsprechend zu analysieren und zu überwachen sind.



Abb. 1 : Frisch produzierte Pflanzenkohle (Foto: D. Albiker, Agridea)

Tabelle 1 : mögliche Anwendungen der Pflanzenkohle

Anwendungsbereich	Anwendung	Funktion
Boden	Träger für Dünger	Bedarfsgerechte Freisetzung von Nährstoffen, Vermeidung von Auswaschungen
	Additiv in Kompost und Gülle	Verringerung von Nährstoffverlusten und THG-Emissionen, höhere Wasserspeicherung und biologische Aktivität
	Bestandteil von Substraten für Stadtbäume*	Wasser- und Nährstoffspeicher in gut drainiertem System mit schnellem Abfluss von Niederschlagswasser, Filter von Strassenabwässer
Tierhaltung	Additiv in der Silage	Stabilisierung der Fermentation des Futtermittels, Bindung von Pflanzenschutzmitteln und bestimmten Mykotoxinen
	Futterzusatz	Verbesserung des Tierwohls, v.a. für Milchvieh; zahlreiche Praxisberichte zu besserer Milchqualität (geringere Zellzahlen in der Milch) und geringeren Tierarztkosten vorhanden
	Einstreu	Verbessertes Stallklima, Vorbeugen von Entzündungen an Ballen oder Krallen
Umwelttechnik	Abwasserreinigung	Verbesserte Entwässerung von Klärschlamm Als aktivierte Pflanzenkohle zum Ersatz von herkömmlicher Aktivkohle in der erweiterten Abwasserreinigung zur Spurenstoff-Elimination («4. Stufe der ARA»)
	Kontaminierte Böden	Bindung von organischen Schadstoffen
Energietechnik	Biogasanlagen	Erhöhung des spezifischen Gasertrags (mehr Gas bei gleichem Input) und Stabilisierung der Biogas-Prozesse
	Elektroden	Ausgangsmaterial zur Herstellung von Elektroden für verschiedene Anwendungen
Werkstoffe	Betonfertigteile, Beton-Pflastersteine	Additiv zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, gerade beim Einsatz suboptimaler Sand-Qualitäten Sandersatz
	Putz für Innenwände	Isolation, besseres Raumklima durch Feuchtigkeitsregulation
	Obstverpackungen	Sorption von Ethylen, um Überreifung zu vermeiden oder zu verzögern
	Leitfähige Kunststoffe	Leitfähigkeit verschiedener Anwendungen verbessern, Ersatz von Russ
	Verbundstoffe	Erhöhung von Zugfestigkeit und Wärmekapazität, Strahlenschutz

Stadtbäume*

Laut Schmidt et al. (2021, S. 11) konzentrieren sich die aktuellen Absatzmärkte für Pflanzenkohle nach wie vor hauptsächlich auf die Landwirtschaft: Pflanzenkohle wird insbesondere zur Verbesserung der Kompostqualität, zur Gülleaufbereitung, zur Herstellung von Düngemitteln sowie in der Tierhaltung als Ergänzungsfuttermittel oder zur Anreicherung von Einstreu verwendet. In der Schweiz scheint die Nachfrage jedoch bei Pflanzsubstraten für Stadtbäume am schnellsten zu steigen. Bäume spielen eine Schlüsselrolle bei der Anpassung der Städte an den Klimawandel, um Wärmeinseln zu bekämpfen, einen Teil des Staubs zu binden und bei starken Regenfällen die Versickerung des Wassers zu

erleichtern. Die zunehmende Häufigkeit heißer und trockener Sommer stellt sie jedoch auf eine harte Probe, und Wurzelsubstrate, die Pflanzenkohle enthalten, ermöglichen es, diese Auswirkungen deutlich zu mildern. Stockholm hat bereits Mischungen aus sortiertem Steinbruchmaterial, Kompost und Pflanzenkohle eingesetzt, die bei richtiger Anwendung das Überleben der Bäume selbst unter extremen Bedingungen sichern. Nach diesem Vorbild wurden in der Schweiz bereits mehrere Baumbepflanzungen mit Hilfe von mit Pflanzenkohle vermengtem Kompost erfolgreich realisiert, insbesondere auf dem Sechseläutenplatz in Zürich, auf der Plaine de Plainpalais in Genf und in Basel

2 Landwirtschaft

2.1 Tierhaltung (Rinder, Schweine, Hühner)

2.1.1 PK in der Fütterung

- Kaskadennutzung
- Keine wissenschaftlich empfohlenen Mengenangaben vorhanden
- Positive Effekte auf die Tiergesundheit sowie Emissionen und Geruch
- Gesetzliche Anforderungen gemäss FMB und FMBV
- Forschungslücken

Anwendung

Der Einsatz der PK bringt den grössten Nutzen, wenn sie zuerst dem Futter beigemischt wird: Wirkung im Tier, im Stall, im Hofdünger und auf dem Feld allein durch die Abgabe der PK an die Tiere (Kaskadennutzung).

In der Homöopathie wird bei Verdauungsproblemen zuerst Carbo vegetalis, übersetzt Pflanzenkohle, empfohlen. Es ist deshalb naheliegend, PK via Fütterung abzugeben. Das Angebot von Futtermischungen mit PK nimmt tendenziell zu. PK wird zum grossen Teil in der Rinderfütterung eingesetzt. Die Mengen variieren zwischen 40g und 150g PK/Kuh/Tag. Auch bei Schweinen und Geflügel wird PK eingesetzt, z.B. 1% PK in der Futterration.

Wirkung

Die Tierhalter beobachten verschiedene Effekte im Stall.

Tiergesundheit

- weniger Durchfall
- trockenere Einstreu und damit gesündere Klauen und Fussballen
- der Milchgehalt nimmt zu und die Zellzahl ab
- tiefere Tierarztkosten
- Toxinbinder, Mykotoxine und andere

Wenn möglich ist es sinnvoller, Futter guter Qualität einzusetzen, anstatt Futterfehler mit PK auszugleichen. Wie genau die PK in den Tieren wirkt und was sie alles bewirkt, muss noch erforscht werden. Da auch andere Faktoren Einfluss nehmen, sollte der Anteil der PK an der Wirkung eruiert werden.

Emissionsminderung

In der Tierhaltung soll PK die Lachgas-, Methan- und Ammoniakemissionen vermindern, was zum Klimaschutz beiträgt. Es ist unklar, wie gross dieser Beitrag ist. Hier besteht noch ein grosser Forschungsbedarf im Bereich der Grundlagenforschung. Am Strickhof wurde in der Klimakammer der Einfluss der PK auf Methan- und Ammoniakemissionen sowie die Tiergesundheit erforscht (Abb. **1** und Abb. **2**). Das FiBL hat in seinem Versuch im November 2024 Methanverringerung bei Verfütterung nicht bestätigt (Dittmann et al., 2024 ; Bühl, 2024 ; Terler et al., 2023).



Abb. 1 : Mischration mit Pflanzenkohle (Foto: FiBL, M. Dittmann)



Abb. 2 : Kühe bei den Methanmessungen in den Klimakammern (Foto: FiBL, M. Dittmann)

Gesetzliche Bestimmungen für Futterkohle

Für Pflanzenkohle als Tierfutter gelten in der Schweiz die Anforderungen gemäss der Futtermittel-Verordnung (FMV) und der Futtermittelbuch-Verordnung (FMBV). Für unerwünschte Stoffe wie Schwermetalle oder Dioxine sind Höchstgehalte festgelegt (Anhang 10 FMBV). Auch die Einhaltung der PAK-Höchstwerte ist wichtig. Wer Pflanzenkohle als Futtermittel in Verkehr bringt, muss sich bei der amtlichen Futtermittelkontrolle (Agroscope) zur Registrierung anmelden. Da «Pflanzliche Kohle» in der Liste der Einzelfuttermittel ohne Meldepflicht aufgeführt ist (Anhang 1.4 FMBV), unterliegt die Qualität des Futtermittels der Eigenverantwortung des Herstellers. Es ist keine amtliche Zulassung notwendig. Der Qualitätsstandard EBC Futter erfüllt die Qualitätsstandards für Futter, aber nicht für Anwendungen im Boden (Bättig, 2022).

Informationen zu den gesetzlichen Grundlagen für Futtermittel sind hier zu finden:

Website von Agroscope: https://www.agroscope.admin.ch/de/gesetzliche-grundlagen und https://www.agroscope.admin.ch/dam/de/sd-web/peZEVVAU8Y41/1-4_katalog_einzelfuttermittel.pdf

Anhang 10 FMBV : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2011/802/de#annex_10

EU-Verordnung zum Katalog der Einzelfuttermittel, Teil C, Referenz 7.13.1: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02013R0068-20220724

Offene Fragen/Forschungslücken

- Versuche zur Ammoniak- und Methan-Reduktion beim Einsatz von PK bei Wiederkäuern
- Einfluss auf die Stabilität der PK, wenn sie durch den Pansen geht?
- Wie sieht es langfristig mit der Wirkung auf Fruchtbarkeit und Klauengesundheit aus?
- Vitalität und Durchfall?
- Nährstoffe und weitere Stoffe werden von der PK im Verdauungstrakt gebunden. Fehlen sie den Tieren dann oder werden nur negative Stoffe gebunden?
- Welche Menge sollte man den Tieren verabreichen? Mit oder ohne Pause? Mit oder ohne Mineralzugabe?
- Kann man zu viel PK einsetzen, so dass es negative Wirkungen gibt?

2.1.2 Additiv in der Silage

Während der Silierung wird die Fermentation des Futtermittels stabilisiert und Pflanzenschutzmittel sowie bestimmte Mykotoxine gebunden, so dass sie vom Tier unverdaut ausgeschieden werden können.

2.1.3 PK im Hofdünger

Entscheidend für die Pflanzenkohle sind weitere positive Umweltwirkungen in der Landwirtschaft wie die Reduktion von Lachgasemissionen oder der Nitratauswaschung. Zudem ist durch die Anwendung von Pflanzenkohle und Milchsäure bei der Hofdüngerlagerung eine Reduktion der Methanemissionen zu erwarten. Eine Studie dazu läuft aktuell im Kanton Aargau in Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL, 2022-2026, FiBL Podcast, 2024, Folge 69, Minute 25'-28'). Im Projekt « Recycle for bio » wurden 2t PK/Jahr ausgebracht, indem 2-3 Wochen vor der Ausbringung PK in die Gärgülle gegeben wurde. In der ersten Phase waren bei Ausbringung die Methanemissionen mit PK höher als ohne PK-Zugabe. In der zweiten Phase sah man im Labor, wieviel Methan während der Lagerung emittiert wurde. Da reduzierte die PK die Emissionen klar (FiBL Podcast 2024, Folge 69, Minute 25'-28' und 41'20'' bis 42'20''). Ein weiteres Projekt untersucht den Praxiseinsatz von Pflanzenkohle in acht landwirtschaftlichen Betrieben im Kanton Glarus. Dabei wurde eine deutliche Steigerung der Stickstoffeffizienz beobachtet.

2.1.4 Ammoniak und Pflanzenkohle

Eine zentrale Ursache für die hohen Ammoniakverluste sind die im Verhältnis zur organischen Substanz hohen Stickstoffgehalte im landwirtschaftlichen System vom Tier bis in den Boden. Pflanzenkohle verbessert dieses C/N-Verhältnis wirksam und bindet damit prinzipiell Ammoniak.

Mit der Anwendung von angesäuerter Pflanzenkohle soll die Entstehung von Ammoniakgas an der Quelle vermieden werden. Der Stickstoff im Urin von Tieren wird zum grössten Teil als geruchsloser Harnstoff ausgeschieden. Dieser wird in wässriger Lösung durch ein Enzym, das in Bakterien und auch Pflanzen vorkommt, über Ammonium zu Ammoniak abgebaut, das schliesslich ausgast. Dieser Vorgang wird auch Hydrolyse genannt.

Durch die regelmässige Ausbringung von Pflanzenkohle und Milchsäure im Stall, wird die Hydrolyse von Harnstoff und damit gasförmiges Ammoniak vermieden. Die Milchsäure senkt den pH-Wert ab und die Pflanzenkohle saugt die Feuchtigkeit auf und bindet Harnstoff, Ammonium und Ammoniak.

Entscheidend ist die korrekte Anwendung: Die Pflanzenkohle sollte vor der Anwendung angesäuert werden oder biologisch aktiviert z.B. mit Milchsäurebakterien fermentiert werden, um den pH zu senken und damit das chemische Gleichgewicht hin zum stabileren Ammonium zu verschieben. Zusätzlich sollte darauf geachtet werden, dass die Pflanzenkohle von hoher Qualität ist, keinen zu hohen pH-Wert hat und wenig Asche enthält.

Damit PK das Ammoniak absenkt, müssen die Methoden genau definiert werden. Ebenso ist das Gesamtmanagement wichtig, um Fäulniszustände zu reduzieren.

2.1.5 Güllebehandlung

In der Schweiz existieren klare Regelungen für den Einsatz von Pflanzenkohle in der Güllebehandlung, die durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) unterstützt werden. Die mehrjährigen Erfahrungen schweizerischer Landwirte und Forschungseinrichtungen zeigen durchweg positive Resultate.

Anwendung

Die Dosierung und Anwendungstechnik folgt klaren Richtlinien: Die empfohlene Dosierung liegt bei 1-5 Volumenprozent Pflanzenkohle zur Gülle, wobei die optimale Wirkung bei etwa 1 Vol% in frischer Gülle erzielt wird. Die Einbringung erfolgt im Güllekanal oder in der Vorgrube, wobei ein gründliches Durchmischen zur gleichmäßigen Verteilung essenziell ist.

Bei falscher Anwendung, d.h. falschem Zeitpunkt, an dem man PK in die Gülle gibt, kann es zu erhöhten Methanemissionen kommen. Gülle hat einen hohen pH, PK ist ebenfalls basisch. Bei einer PK-Zugabe entweicht der alten Gülle Ammoniak. PK kann nur 5mg Ammonium/kg PK aufnehmen. PK soll nur der frischen Gülle zugegeben werden. PK in der Gärgülle erhöht Methangase im Feld, weil der pH erhöht wird und die PK in anaerobem Umfeld aktiviert wird, was methanbildende Mikroorganismen (MO) anregt (Caballero-Arzápalo, 2015). Die Rotteführung ist matchentscheidend, damit nützliche MO gefördert werden.

Via Gülle ist ein gleichmässiges Ausbringen auf das Feld möglich. Andere Techniken sind schwieriger, weil die entsprechenden Maschinen dazu fehlen.

Wirkung

Die wissenschaftlich nachgewiesenen Wirkungen sind vielfältig. Im Bereich der Emissionsreduktion zeigt sich eine deutliche Verringerung der Ammoniakemissionen von bis zu 30% laut Agroscope-Studien, eine Reduzierung der Methanemissionen sowie eine signifikante Geruchsminderung. Das Nährstoffmanagement profitiert durch eine verbesserte Nährstoffbindung im Boden, eine erhöhte Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe, eine Reduzierung von Nährstoffauswaschungen sowie eine Optimierung der Strohrotte. Die Bodenverbesserung manifestiert sich in der Förderung der Bodengesundheit, der Verbesserung der Bodenstruktur und der Erhöhung der mikrobiellen Aktivität.

Praktische Erfahrungen

Die praktischen Erfahrungen aus der Schweiz sind überzeugend. Mehrere Schweizer Landwirtschaftsbetriebe, insbesondere im Kanton Luzern und im Thurgau, berichten von positiven Erfahrungen. Die Firma Verora AG, eine führende Schweizer Anbieterin von Pflanzenkohleprodukten, dokumentiert eine verbesserte Fliessfähigkeit der Gülle, verminderte Geruchsbelastung, reduzierte Verbrennungsschäden an Pflanzen sowie positive Auswirkungen auf die Tiergesundheit.

Offene Fragen

Die Herausforderungen und offenen Fragen bei der Anwendung von Pflanzenkohle erfordern eine sorgfältige Berücksichtigung verschiedener Faktoren. Bei den bodenspezifischen Aspekten spielen unterschiedliche Wirkungen je nach Bodentyp, variierende Effekte abhängig vom pH-Wert sowie der Einfluss des organischen Substanzgehalts eine wichtige Rolle. Die Dosierungsfragen umfassen die Schwierigkeit der exakten Dosierungsbestimmung, die Abhängigkeit von der Güllebeschaffenheit sowie saisonale Schwankungen in der Wirksamkeit.

2.1.6 Gesetzliche Bestimmungen für Dünger

Für eine Düngerzulassung muss die Pflanzenkohle in der Schweiz bezüglich ihres Gehalts an Schwermetallen die gleichen Grenzwerte wie Recyclingdünger und Hofdünger einhalten. Bezüglich PAK gelten die Richtwerte für Kompost und Gärgut. Diese Grenz- bzw. Richtwerte sind in der Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung ChemRRV definiert. Zusätzlich verlangt die Zulassungsbehörde, dass die Pflanzenkohle EBC-zertifiziert ist.

Nach neuster EBC-Richtlinie (10.01.2022) erfüllt nur die Klasse EBC AgroBio die Anforderungen gemäss Schweizer Düngerzulassung (Bättig, 2022).

Das Ausbringen der PK als Dünger ist in der Düngerverordnung geregelt (DüV, 2026).

CMC 14: Durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnenes Material

1 Ein Dünger darf durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnenes Material enthalten, die folgende Voraussetzungen erfüllen:

a. Das durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnene Material erfüllt die Voraussetzungen nach Anhang II Teil II CMC 14 der Verordnung (EU) 2019/1009.
b. Zusatzstoffe gemäss Buchstabe e Nummer 1 des Anhang II Teil II CMC 14 der Verordnung (EU) 2019/1009 überschreiten 10 % nicht.
c. Das thermochemische Umwandlungsverfahren erfolgt unter sauerstofflimitierenden Bedingungen so, dass im Reaktor mindestens 10 Minuten lang eine Temperatur von mindestens 500 °C erreicht wird.
d. Die zusätzlichen Grenzwerte zu Schadstoffbelastungen nach Anhang 2.6 ChemRRV für aus Pyrolyse oder Vergasung gewonnenem Material werden eingehalten.

2 Durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnene Materialien, die die Anforderung nach Anhang II Teil II CMC 14 Nummer 7 der Verordnung (EU) 2019/1009 nicht erfüllen, müssen gemäss Artikel 24 ChemV angemeldet sein.

3 Ein Dünger, der ganz oder teilweise aus CMC 14 besteht, ist bewilligungspflichtig.

4 Das BLW schreibt für Dünger, die ganz oder teilweise aus durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnenen Materialien bestehen, regelmässige Analysen in Bezug auf die Qualitätsanforderungen nach Anhang 2.6 ChemRRV vor. Die Betreiber stellen die Analyseergebnisse dem BLW und den kantonalen Behörden unverzüglich zur Verfügung.

Die PK muss EBC-zertifiziert sein. Die Grenzwerte des EBC (European Biochar Certifcate) werden übernommen. Generell sind die Regeln des BLW aber strenger (Schmidt et al., 2021). Die Ausbringmenge soll beschränkt werden. Die Sicherheit des Düngers ist sehr wichtig.

Mehr Informationen zu den EBC- Richtlinien: https://www.european-biochar.org/de/ct/2- .

Regelung des PK-Einsatzes

Geregelt ist nur das Inverkehrbringen der PK, nicht der Privatgebrauch. Erlaubt sind 10t über 20 Jahre, max. 1t/Jahr und ha (Quelle: Podcast FiBL, 2024).

Informationen zur Düngerzulassung in der Schweiz sind auf der Website des Bundesamts für Landwirtschaft zu finden: https://www.blw.admin.ch/de/duenger#Zulassung-von-D%C3%BCngern

2.1.7 Zusammenfassung Tierhaltung

Wirkungen

- verbessertes Stallklima, Geruchsminderung
- trockenere Einstreu
- weniger Entzündungen an Klauen und Fussballen
- Wasserrückhaltevermögen erst mit sehr viel PK möglich (10t/ha geschätzt)
- Wenn es mit PK viel C-org im Boden hat, wollen die MO das C abbauen. Sie brauchen dafür N, das den Pflanzen dann nicht mehr zur Verfügung steht.

Offene Fragen/Forschungslücken

- Welche Ausbringfaktoren (PK geladen/ungeladen, Zeitpunkt) wirken wie auf die Emissionsminderung (z.B. Ammoniak)?
- Wann macht es Sinn, PK in die Gülle zu geben und was ist die Wirkung?
- Versuche mit Düngung: was ist dort der Effekt?
- Wieviel PK soll in den Boden gebracht werden und über wie lange Zeit?

2.2 Pflanzen

2.2.1 Kompost

Der Einsatz von Pflanzenkohle im Kompost ist gesetzlich geregelt und zugelassen. Langjährige Erfahrungen und wissenschaftliche Untersuchungen belegen die positiven Auswirkungen auf Bodenqualität und Nährstoffhaushalt. Besonders hervorzuheben sind die förderlichen Effekte auf die Humusbildung bei sachgerechter Anwendung.

Anwendung

Der optimale Einsatz von Pflanzenkohle im Kompost erfolgt durch eine sorgfältige Einmischung von etwa 5-10% des Kompostvolumens. Der Fermentationsprozess muss unter kontrollierten Belüftungsbedingungen stattfinden. Dabei ist eine gleichmäßige Verteilung der Pflanzenkohle im Kompostmaterial von entscheidender Bedeutung für den Erfolg des Prozesses. Die gründliche Durchmischung gewährleistet eine optimale Wirkungsentfaltung.

Wirkung

Die Verwendung von Pflanzenkohle im Kompost zeigt vielfältige positive Effekte. Zentral ist die Verbesserung der Bodenstruktur durch die Stabilisierung von Bodenaggregaten. Die Nährstoffbindung wird signifikant erhöht, wodurch Auswaschungsverluste minimiert werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die gesteigerte Wasserspeicherkapazität des Bodens. Diese Faktoren tragen in Kombination zu einer verbesserten Pflanzengesundheit bei.

Spezifische Effekte

Laut Dokumentation der Verora AG zeichnet sich der mit Pflanzenkohle angereicherte Kompost durch besonders geringe Nährstoffverluste und eine hohe Nährstoffeinbindung aus. Der Humusaufbau wird nachweislich gefördert. Eine deutliche Reduktion der Geruchsemissionen wurde ebenfalls festgestellt. Die Kohlepartikel binden Feuchtigkeit effektiv, was zu einer veränderten Struktur mit weniger und kleineren Kompostknollen führt. Interessanterweise wurden leicht erhöhte CO_2-Messwerte beobachtet, was auf einen sogenannten Primingeffekt während des Abbauprozesses zurückzuführen ist.

Offene Fragen und Forschungsbedarf

Trotz der positiven Erfahrungen bleiben einige Fragen offen, insbesondere bezüglich der Langzeitwirkungen im Boden und der optimalen Dosierung unter verschiedenen Bedingungen. Weitere Forschung ist erforderlich, um die Wechselwirkungen zwischen Pflanzenkohle und verschiedenen Kompostmaterialien besser zu verstehen.

2.2.2 Wurzelbeigabe

Die Bedeutung der Wurzelbeigabe mit Pflanzenkohle wächst stetig. Wissenschaftliche Studien und praktische Erfahrungen zeigen vielversprechende Resultate für Pflanzenwachstum, Bodenfruchtbarkeit und Pflanzengesundheit.

Anwendung

Die Anwendung als Wurzelbeigabe erfolgt durch direktes Einmischen in das Pflanzloch oder die Wurzelzone. Die empfohlene Dosierung variiert zwischen 5-10% des Bodenvolumens, abhängig von Pflanzenart, Bodentyp und Ausgangszustand. Eine gleichmäßige Verteilung und sorgfältige Durchmischung sind entscheidend für eine optimale Wirkung.

Mögliche Anwendungen für Baumwurzeln, besonders im Stadtbaumssubstrat, beschreiben Heinrich und Saluz (2017).

Wirkung

Die Wurzelbeigabe mit Pflanzenkohle entfaltet mehrschichtige positive Effekte. Sie verbessert die Bodenstruktur, erhöht die Wasserspeicherkapazität und optimiert die Nährstoffverfügbarkeit. Mikrobiologische Aktivitäten im Wurzelbereich werden gefördert, was das Pflanzenwachstum und die Wurzelentwicklung positiv beeinflusst.

Spezifische Vorteile

Wissenschaftliche Untersuchungen belegen eine verbesserte Nährstoffaufnahme, geringere Auswaschraten und eine gesteigerte Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Stressfaktoren. Die Pflanzenkohle wirkt als Lebensraum für Bodenorganismen und unterstützt den Aufbau von Bodenmikrobiom und Humus (Pepin *et al.*, 2015).

Offene Fragen

Trotz positiver Ergebnisse bestehen noch Forschungslücken bezüglich Langzeitwirkungen, optimaler Dosierung bei verschiedenen Pflanzenarten und spezifischen Bodentypen, wie bei anderen Anwendungen.

2.2.3 Pflanzsubstrat

Anwendung

Die Qualität des Substrats ist für das Wachstum der Pflanzen sehr wichtig. Es muss porös (Abb. **4**) sein, um Luftzufuhr und Drainage für die Pflanze zu bieten. Der pH-Wert muss mehr oder weniger stabil bleiben. Normalerweise werden Substrate mit Perlit und Torf, Kompost oder Humus hergestellt (Abb. **3**). Pflanzenkohle scheint interessante Eigenschaften zu haben, um sie zu ersetzen oder eine Alternative zu bieten. Dabei ist auf ihre Korngrössenverteilung zu achten, die nicht zu fein sein darf (Bionika, 2026).



Abb. 3 : Substrat für Setzlinge mit Pflanzenkohle (Foto: Albiker, Agridea)

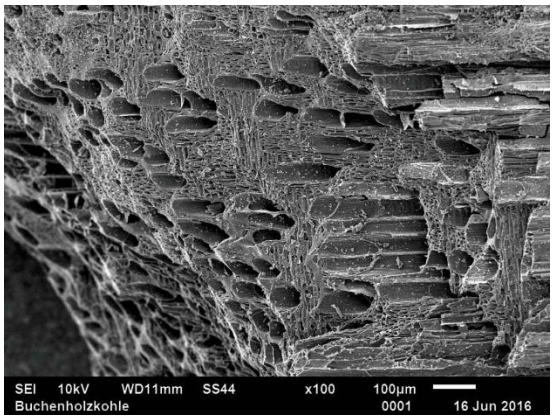


Abb. 4 : Rasterelektronische Mikroskopaufnahme von Pflanzenkohle aus Buchenholz (Foto: D. Kray in German Biochar, 2026)

Bei Topfkulturen kann Pflanzenkohle aufgrund ihrer Porosität und Fähigkeit, Wasser zu binden, Sand oder Perlit teilweise ersetzen.

Für den Anbau im Freiland empfiehlt es sich, die Pflanzenkohle oberflächlich (10-15 cm) oder in Streifen nahe den Wurzeln der Pflanzen einzuarbeiten.

Es ist wichtig, die Pflanzenkohle im richtigen Verhältnis mit dem Substrat oder dem Boden zu mischen. Bei Gartenbausubstraten (Blumenerde, Torf, Kokos usw.) mischt man ~ 10 bis 20 Volumenprozent Pflanzenkohle ein.

Im Boden schwankt die Einarbeitung zwischen 2 und 10 t/ha, je nach Bedarf und Bodeneigenschaften.

In Kanada wurden Versuche mit Gewächshaus- und Baumschulkulturen durchgeführt, die den Effekt der Pflanzenkohle aufzeigen (Allaire und Lange, 2017).

Wirkung

- Besserer Start für die Setzlinge (Abb 5)
- Bessere Regulierung des Wasserhaushalts im Substrat

«Generell kann die Pflanzenkohle, im Vergleich zu Oberboden in herkömmlichen Substraten, durch die hohe spezifische Oberfläche in geringen Mengen eingebaut werden und dennoch die Funktion des organischen Bestandteils erfüllen. Dies erlaubt voraussichtlich eine höhere Verdichtbarkeit des Substrates bei gleichbleibenden chemischen und physikalischen Bedingungen.» (Heinrich und Saluz, 2017, Seite 2)



Abb 5 : Wachstum gleichaltriger Setzlinge ohne (links) und mit (rechts) Pflanzenkohle Foto: D. Albiker, Agridea)

Offene Fragen

- Wie entwickelt sich die Pflanzenkohle im Boden nach Jahrzehnten?
- Wie hängt die Dosierung von der Qualität der PK sowie des Bodens ab?
- Welche PK-Qualität ist wichtig?
- Kosten sind zu hoch. Wie können die Kosten der PK ohne Qualitätsverlust gesenkt werden?

Fazit

PK ist ein guter «Bodenverbesserer», um die Eigenschaften von Gartenbausubstraten zu verbessern, erfordert jedoch eine vorherige Vorbereitung und gute Kenntnisse der Dosierungen, um seine Wirkung zu maximieren. Sie ist auch ein wertvolles Instrument für die Kohlenstoffsequestrierung und die Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft und im Gartenbau. Ihre Anwendung erfordert jedoch noch weitere Studien, um offene Fragen zu beantworten und ihren Einsatz zu optimieren.

3 Weitere Anwendungen

Auf die weiteren Anwendungen in Bezug auf Umwelt- und Energietechnik sowie der Einsatz von PK in Werkstoffen, wie sie in Tabelle 1 aufgelistet sind, wird nicht weiter eingegangen. Ziel ist es, eine zertifizierte Pflanzenkohle zu produzieren, die der Landwirtschaft und den Böden dient.

4 Literatur

Allaire, S.E., Lange S.F., 2017. Rapport: Substrats horticoles à base de biochars : Performance et économie. CRMR-2017-SA-2. Centre de Recherche sur les Matériaux Renouvelables, Université Laval, Québec, Canada, 40 p, Zugang am 26.02.2025 : https://materiauxrenouvelables.ulaval.ca/wp-content/uploads/2017/04/Rapport_Substrats_horticoles_a%CC%80_base_de_biochar.pdf

Bättig I., 2022. Nicht jede Kohle darf in den Boden. Charnet, Schweizer Fachverband für Pflanzenkohle. Zugang am 19.02.2025: https://charnet.ch/nicht-jede-kohle-darf-in-den-boden/

Bionika, 2026. Aktivierte Verora-Pflanzenkohle als Zuschlagstoff in Baumgrubensubstrate. Zugang am 13.12.2025: https://www.bionika.ch/view/data/8383/991PK.pdf

Bühl A., 2024. Pflanzenkohle nicht geeignet, um den Methanausstoss von Milchkühen zu senken. FiBL Schweiz. Zugang am 21.02.2025 : https://www.fibl.org/de/infothek/meldung/pflanzenkohle-methanausstoss-milchkuehe

Caballero-Arzápalo N., 2015. Untersuchungen zum anaeroben Abbauprozess ausgewählter Abfallsubstrate mit Hilfe spezieller Mikroorganismen und Enzyme. Technische Universität München (TUM), Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt. Zugang am 21.02.2025: https://mediatum.ub.tum.de/doc/1229120/1229120.pdf

Dittmann M.T., Baki C., Terranova M., Amelchanka S.L., Dubois S., Wiget A., Leiber F., Krause H.M., Baumann S., 2024. The effect of biochar supplementation on feed utilization, milk production and methane emission in lactating dairy cows. Animal Feed Science and Technology, Volume 318, December 2024, 116127. Zugang am 21.02.2025: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840124002554

DüV, 2026. LexFind, https://www.lexfind.ch/fe/de/tol/24698/de

FiBL, 2022-2026. FiBL - Landwirtschaft – Klimaschutz und Klimaanpassung mit Pflanzenkohle: https://www.fibl.org/de/themen/projektdatenbank/projektitem/project/2247

FiBL Podcast, 2024, Folge 69: CO_2-Speicher Pflanzenkohle – Hilft sie auch der Landwirtschaft? Kanton Aargau, Minute 27'-32': https://www.fibl.org/de/infothek/meldung/podcast-pflanzenkohle-landwirtschaft

German Biochar, 2026. Eigenschaften von Pflanzenkohle. Zugang am 13.10.2026: https://german-biochar.org/missing_link/

Heinrich Axel und Saluz Andrea Gion, 2017. Lenkung der Baumwurzeln in Stadtbaumsubstraten. ZHAW, Wädenswil. Zugang am 21.02.2025: https://digitalcollection.zhaw.ch/server/api/core/bitstreams/56bee73b-c838-49f5-ab25-d8fb0b92e254/content

Pepin Steeve, Dorais Martine, Thériault Mireille und Laurin Sara -Lanctôt, 2015. Effet de l'amendement en biochar des sols biologiques : rétention des nutriments, activité biologique et phytopathogènes. Programme de soutien au développement de l'agriculture biologique du MAPAQ, Rapport final, Programme Innovbio, Projet #11-INNO1-06, Zugang am 21.02.2025: https://www.agrireseau.net/documents/Document_89808.pdf

Schmidt H.P., Hagemann N., Abächerli F., Leifeld J., Bucheli T., 2021. Pflanzenkohle in der Landwirtschaft. Hintergründe zur Düngerzulassung und Potentialabklärung für die Schaffung von Kohlenstoff-Senken. Zugang am 21.02.2025: https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/46567

Terler G., Winter M., Mandl M., Sweeney J., Steinwidder A., 2023. Effect of biochar or biochar and urea supplementation on feed intake, milk yield, feed conversion and methane production of dairy cows. Czech J. Anim. Sci., 2023, 68(6):245-254 , Zugang am 13.10.2026: https://cjas.agriculturejournals.cz/pdfs/cjs/2023/06/01.pdf