



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Umwelt, Gesundheit
und Verbraucherschutz

Boden,
Umweltgeologie
und Altlasten



Fachbeiträge des LUGV

Heft Nr. 134

Stabilität und Wirkung von Kohle-C in Böden im Vergleich zu Huminstoff-C

**Bericht zu Projektphase 1:
Flächenauswahl**

Landesamt für
Umwelt,
Gesundheit und
Verbraucherschutz



Projektleitung: Prof. Dr. Rüdiger Schultz-Sternberg

Bearbeitung: Henrike Schmidt
Tino Teschke

Stand: 20.12.2012

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Recherche	3
2.1 Begrifflichkeit der Biokohle bzw. Pflanzenkohle	3
2.2 Zertifizierung von Pflanzenkohle	4
2.3 Stabilität und Wirkung von Kohle-C auf die Pedosphäre: Forschungsstand	6
2.4 Pflanzenkohle im Spannungsfeld von Landwirtschaft und Regionalplanung	11
2.5 Übersicht laufender Forschungsvorhaben zur Verbesserung der Bodenfunktionen durch die Anwendung von Pflanzenkohle	13
3 Auswahl von Flächen mit kohlehaltigen Böden im Land Brandenburg	16
3.1 Herangehensweise zur Flächenauswahl	16
3.2 Flächenauswahl und Steckbriefe	17
3.2.1 Lagerflächen für Kohle	17
3.2.2 Waldbrandflächen	29
3.2.3 Köhlerflächen	40
3.2.4 Rekultivierungsflächen Braunkohletagebau	53
3.2.5 Versuchsflächen (Land- und Forstwirtschaft)	66
4 Zusammenfassung	76
5 Ausblick	78
6 Danksagung	79
Literaturverzeichnis	80
Anhang (Richtlinien für die Produktion von Pflanzenkohle)	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den laufenden Forschungsvorhaben in der Region Berlin-Brandenburg	13
Tabelle 2: Übersicht zu den laufenden überregionalen Forschungsvorhaben...	14
Tabelle 3: Lagerfläche für Kohle L1	19
Tabelle 4: Lagerfläche für Kohle L2.....	21
Tabelle 5: Lagerfläche für Kohle L3.....	23
Tabelle 6: Lagerfläche für Kohle L4.....	25
Tabelle 7: Lagerfläche für Kohle L5.....	27
Tabelle 8: Waldbrandfläche W1	30
Tabelle 9: Waldbrandfläche W2	32
Tabelle 10: Waldbrandfläche W3	34
Tabelle 11: Waldbrandfläche W4	36
Tabelle 12: Waldbrandfläche W5	38
Tabelle 13: Köhlerfläche K1	41
Tabelle 14: Köhlerfläche K2	43
Tabelle 15: Köhlerfläche K3	45
Tabelle 16: Köhlerfläche K4	47
Tabelle 17: Köhlerfläche K5	49
Tabelle 18: Köhlerfläche K6	51
Tabelle 19: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R1	54
Tabelle 20: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R2	56
Tabelle 21: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R3	58
Tabelle 22: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R4	60
Tabelle 23: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R5	62
Tabelle 24: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R6	64
Tabelle 25: Versuchsfläche V1	67
Tabelle 26: Versuchsfläche V2.....	70
Tabelle 27: Versuchsfläche V3.....	72
Tabelle 28: Versuchsfläche V4.....	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Interesse an Biokohle bzw. Biomasse-Verkohlung in Deutschland; Quelle: Holweg (2011).....	6
Abbildung 2: Atmungsaktivität der Substrate im zeitlichen Verlauf (Der Probenanteil beträgt 50% der TS des zur Aufstockung verwendeten Kompostes) Wallmann und Ahlborn, 2012	9
Abbildung 3: Kohlenstoffmengen aus 1 kg Treibselfrischmasse (Wallmann und Ahlborn, 2012).....	10

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
€	Euro
Abb.	Abbildung
AG	Arbeitsgemeinschaft
BLDAM	Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
C	Kohlenstoff
CO ₂	Kohlendioxid
C _{org}	organischer Kohlenstoff
C _t	Gesamt-Kohlenstoffgehalt
d.m.	dry matter = Trockensubstanz
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DWD	Deutscher Wetterdienst
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ESF	Europäischer Sozialfond
ETRS89	Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989
FE-Vorhaben	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
FH	Fachhochschule
FIB	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften
FONA	Forschung für nachhaltige Entwicklungen
F-Projekte	Forschungsprojekte
FSC	Forest Stewardship Council
FU	Freie Universität
g	Gramm
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
H	Wasserstoff
ha	Hektar
HNE	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
HTC	hydrothermale Carbonisierung
IASP	Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin
K	Flächentyp Köhlerflächen
kg	Kilogramm
km	Kilometer
L	Flächentyp Lagerflächen für Kohle
LFE	Brandenburgisches Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
LUGV	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
M.-%	Massenprozent
m ²	Quadratmeter
MASF	Ministerium für Arbeit, Soziales Frauen und Familie des Landes Brandenburg
Masse-%	Massenprozent
Mg	Megagramm
mg	Milligramm
min	Minuten

MLU Halle	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
mm	Millimeter
O	Elementsymbol Sauerstoff
O ₂	molekularer Sauerstoff (Strukturformel)
OBS	organische Bodensubstanz
OT	Ortsteil
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification
R	Flächentyp Rekultivierungsflächen Braunkohlentagebau
r	Radius
RD83	Rauenbergdatum 1983
RP2	Regionalprojekt 2
t	Tonne
THG	Treibhausgase
TPS	Terra-Preta-Substrat
TS	Trockensubstanz
TU	Technische Universität
u. GOK	unter Geländeoberkante
UTM	Universale Transverse Mercatorprojektion
V	Flächentyp Versuchsflächen
W	Flächentyp Waldbrandflächen
X	x-Koordinate
Y	y-Koordinate

1 Einleitung

In den letzten Jahren wird die Zugabe von technisch aus Biomasse erzeugter Kohle als Bodenverbesserungsmittel diskutiert. Eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz dieser Kohle ist, dass der zugeführte Kohlenstoff langfristig im Boden stabil vorliegt und nicht mikrobiellen Abbauprozessen unterliegt. Im Land Brandenburg wird zurzeit im Rahmen von FE-Vorhaben (z. B. LaTerra-Projekt) sogenannte Biokohle oder Pflanzenkohle in Böden verbracht.

Die Hemmung des mikrobiellen Abbaus von bodenbürtigem Kohlenstoff hängt unter natürlichen Bedingungen von verschiedenen Standortfaktoren ab, die als Voraussetzung für die Bildung organikreicher Böden gelten. Als einflussreichster Faktor der gemäßigten Zonen gilt der Sauerstoffmangel durch Wasserüberschuss. Infolgedessen kommt es zur Bildung von Torfhorizonten in Moorböden, von Organomudden und von humusreichen Gleyböden. Ein Verschwinden des Vernässungsfaktors führt zwangsläufig zum Eindringen von Destruenten, was zum Abbau der gespeicherten organischen Substanz führt, wie am Beispiel der Entwässerung von Moorböden zu beobachten ist.

Weitere die Anreicherung von Kohlenstoff beeinflussende Faktoren stellen eine Hemmung der Organismenaktivität (z. B. durch Säure- und Schadstoffreichtum) verbunden mit Nährstoffarmut sowie das Temperaturregime dar. Hohe Temperaturen bei ausreichender Wasserversorgung während der Vegetationsperiode und niedrige mit Trockenheit verbundene Temperaturen im übrigen Jahr können den Aufbau der organischen Substanz fördern und den Abbau schwächen. Beispiele solch einer Kohlenstoffanreicherung finden sich in der Bildung von Rohhumushorizonten wie auch in Schwarzerden und schwarzerdeähnlichen Böden, die historisch unter anderen Klimabedingungen entstanden sind und deren Kohlenstoffvorrat trotz Änderung der klimatischen Verhältnisse seit der Entstehung bis heute recht stabil ist.

Eine andere Gruppe von Böden Mitteleuropas hat eine Humusanreicherung aufgrund hoher anthropogener Einträge organischer Substanz in Form von Plaggen oder Kompost erhalten. Während die organikreichen Plaggeneschböden über einen Humusabtrag der umliegenden Heideböden infolge einer für diese Böden nicht nachhaltigen Nutzung entstanden sind (häufigste Verbreitung in Niedersachsen), entstand der Humusreichtum der bundesweit verbreiteten Gartenböden (Hortisole) durch die Kompostierung organischer Siedlungsabfälle. Auch diese Formen der organischen Substanz im Boden gelten als relativ stabil, da während der Kompostierung Huminstoffe mit stabilen organischen Gerüsten (Huminstoff-C) gebildet werden.

Während die positive Wirkung dieser bodenbürtigen oder anthropogen angereicherten Huminstoffe auf die Bodenfunktionen unbestritten ist, ist die Wirkung kohlebürtigen Kohlenstoffs (Kohle-C) auf die Bodenfunktionen und deren Stabilität infolge von Bodenbildungsprozessen nur vereinzelt unter Praxisbedingungen untersucht worden. Kohlehaltige Böden findet man in Braunkohlentagebaugebieten und lokal auf Flächen, in denen Kohle erzeugt wurde (Köhlerstellen, historische Brandstellen) oder Kohle gelagert wurde (Kohlenvorratslager oder -umschlagplätze). Da diese Flächen meistens auch mit Schadstoffen angereichert sind, ist eine mögliche positive Wirkung der Kohle bisher nur wenig im Focus der Beobachtung gewesen.

In den o. g. Böden ist es prinzipiell möglich, Wirkungen und die Stabilität von kohlebürtigem Kohlenstoff in Böden im Vergleich zum huminstoffbürtigen Kohlenstoff (Huminstoff-C) zu untersuchen. Vom Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) wird ein FE-Vorhaben mit dem Ziel gefördert, solche vergleichenden Untersuchungen durchzuführen.

Mit der ersten Projektphase (Flächenauswahl) wurde die Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde beauftragt. Die Aufgabe der ersten Phase bestand in der Identifizierung grundwasserferner Böden in der Region Brandenburg, die aufgrund vorliegender Informationen für eine vergleichende Untersuchung der Stabilität von Kohle-C und Huminstoff-C geeignet scheinen. Hierzu sind insbesondere Braunkohlentagebaugebiete, ehemalige Kohlelager und historische Brandstellen zu recherchieren. Über eine Literaturrecherche zum Wissenstand der Wirkung von Kohle-C in kohlehaltigen grundwasserfernen Böden Brandenburgs soll eine kurze Übersicht des aktuellen Wissenstandes unter Berücksichtigung laufender bundesweiter und internationaler Vorhaben erfolgen.

2 Recherche

2.1 Begrifflichkeit der Biokohle bzw. Pflanzenkohle

Der Begriff 'Biokohle' ist laut Schmidt (2011) erst in den Jahren 2008/2009 geprägt worden. In der Wissenschaft wurde lange Zeit nur der engl. Begriff 'Biochar' verwendet. 'Bio' hat hier die Bedeutung von Biomasse, d. h. sämtliches organische Material kann zur Herstellung von Biochar verwendet werden. Als dann der breiten deutschsprachigen Öffentlichkeit die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Biochar näher gebracht werden sollten, hat man zunächst die einfache Übersetzung des Begriffes gewählt. Schnell wurde klar, dass dies den Nachteil mit sich brachte, unklar in der Definition zu bleiben, außerdem wurde das ‚Bio‘ in Bio-Kohle als ökologische Zertifizierung betrachtet. Vertreter der Biobranche reagierten verständlicherweise gereizt, weil das Bio-Kürzel fälschlich verwendet würde. Im Zusammenhang mit der Notwendigkeit einer unabhängigen Zertifizierung zum Schutz der Verbraucher und Hersteller setzte sich 2011 der Begriff „Pflanzenkohle“ durch. Pflanzenkohle wird jedoch als ein rein pyrolytisches Produkt definiert, welches hydrothermale Verfahren ausschließt (Schmidt et al. 2012). Im deutschen Sprachgebrauch findet man weiterhin beide Begrifflichkeiten, wobei die Begriffe Bio- bzw. Pflanzenkohle oft als synonym verwendet werden. Es werden oft sowohl Kohlen aus pyrolytischen sowie aus hydrothermalen Verfahren (HTC) unter beiden Begrifflichkeiten beschrieben. Eindeutig unterschieden werden hingegen Pyrolysekohle über den Begriff 'Biochar' und Hydrothermalkohle über den Begriff 'HTC-Kohle'.

Das pyrolytische Herstellungsverfahren entspricht der herkömmlichen Holzkohle-Herstellung durch Sauerstoffabschluss, wogegen die hydrothermale Carbonisierung (HTC) durch hohen Druck im wässrigen Milieu erreicht wird. Dieses Verfahren, in ursprünglicher Form von Friedrich Bergius entwickelt und 1931 mit dem Nobelpreis gekürt, simuliert die Braunkohleentstehung in kürzester Zeit.

Im Zusammenhang mit der Pflanzenkohle wird auch der Begriff Terra Preta verwendet. Terra Preta stellt eine besondere Form der Bodenbildung im Amazonasgebiet Brasiliens dar. Die Terra Preta de Indio (Indianerschwarzerde) ist eine anthropogen entstandene Schwarzerde und kommt inselförmig mit einer durchschnittlichen Größe von 20 ha im Amazonasbecken (Brasilien) vor. Insgesamt bedeckt sie eine Fläche von 6.000 - 18.000 km² (Woods et al., 2009). Auch nach Jahrhunderten landwirtschaftlicher Nutzung und starker Auswaschungsgefahr weist sie eine hohe organische Bodensubstanz (OBS) sowie einen neutralen pH-Wert auf. Ihr Alter wird mit 500 – 2000 Jahren angegeben (Woods et al., 2009; Glaser, 2012). Die umliegenden tropischen Böden sind gegenüber den Terra Preta-Flächen durch ein sehr saures und nährstoffarmes Milieu gekennzeichnet. Veränderungen der Landnutzung von tropischem Primärwald zu landwirtschaftlicher Nutzfläche bedingen auf diesen Böden innerhalb von nur zwei Jahren einen Nährstoffverlust von über 50% (Steiner, 2006). Umso überraschender war die Entdeckung der Terra Preta in genau dieser Klimazone mit ihren bei Inkulturnahme normalerweise schnell unfruchtbar werdenden Böden. Bis vor einigen Jahren galt die Terra Preta daher zu den nicht entschlüsselten Phänomenen der Menschheitsgeschichte (Glaser, 2012). Neuere Untersuchungen ergaben, dass neben anderen organischen Stoffen wie Knochen, Exkrementen und anderen Bioabfällen, vor allem ein hoher Kohlenstoffgehalt (C_{org}) diese Böden charakterisiert, der bis zu 35 mal höher als in benachbarten Oxisolen sein kann. Die stabilisierende Wirkung der Pflanzenkohle bewirkte im Vergleich zu den Oxisolen einen Hu-

musaufbau der so stabil ist, dass wir auch heute noch diese hohen Kohlenstoffgehalte vorfinden (Pieplow, Wagner 2012). Leider ging das Wissen um die Herstellung dieser Schwarzerde während der Kolonialisierung Amerikas verloren. Deshalb führte die Entdeckung der Terra Preta in der jüngeren Zeit zu vielfältigen Gefäß- und Freilandversuchen weltweit. Als Fragestellung in Bezug auf Boden und Klimawandel sind dabei von besonderer Bedeutung, ob es bestimmte klimatische Voraussetzungen zur Entstehung der Terra Preta gibt und ob sie gleichzeitig durch dauerhafte CO₂-Sequestrierung dem Klimawandel entgegenwirken kann.

2.2 Zertifizierung von Pflanzenkohle

Für den Begriff 'Pflanzenkohle' haben sich führende Experten 2011 auf die Erarbeitung einer Zertifizierung geeinigt. In 2012 wurde vom Delinat-Institut und dem Biochar Science Network ein Zertifikat für die Produktion von Pflanzenkohle“ veröffentlicht (Schmidt et al. 2012 und vgl. Anhang).

Durch die Möglichkeit einer Zertifizierung von Pflanzenkohlen können die Produzenten ihr Erzeugnis gegenüber ihren Kunden klar definieren und eine gleichbleibende Qualität garantieren. Hersteller von ausschließlich pyrolytischer Kohle können sich durch ein in der Schweiz staatlich anerkanntes Kontrollorgan, die „q.inspecta GmbH“ zertifizieren lassen. Bisher wurden vier Hersteller pyrolytischer Pflanzenkohlen in der Schweiz, Österreich und Deutschland zertifiziert.

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über den Inhalt des Pflanzenkohle-Zertifikates gegeben werden. Herausgeber der Richtlinien ist Biochar Science Network Switzerland, ein Zusammenschluss von Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Als Ziel wird eine nachhaltige Produktion von Pflanzenkohle und die Qualitätssicherung gegenüber Landwirten und anderen Nutzern genannt (Schmidt et al. 2012). Hierzu wird folgende Definition von Pflanzenkohle formuliert: „Als Pflanzenkohle (engl. Biochar) gilt alle pyrolytisch hergestellte Kohle, die ökologisch nachhaltig in der Landwirtschaft eingesetzt werden kann. (Schmidt et al., 2012)“ Pyrolytische Kohle wird deutlich von anderen Verfahren (HTC, Verkokung) abgegrenzt, indem festgelegt ist, dass die organische Zersetzung bei verminderter Sauerstoffzufuhr von unter 2% und Temperaturen zwischen 350 °C – 1000 °C abläuft. Schadstoff- Grenzwerte sowie ökologische Anforderungen an die Herstellung geben dem Produzenten weiterhin die Möglichkeit, eine Unterteilung in „basic“ und „premium“ Kohle vorzunehmen.

Die eingesetzte Biomasse muss dabei insgesamt folgenden Kriterien entsprechen:

- Zur Herstellung dürfen ausschließlich organische Ausgangsstoffe verwendet werden.
- Eine Trennung von organischem und nicht organischem Abfall muss garantiert werden.
- Die Biomasse muss frei von Farbstoffen, Lösungsmitteln oder anderen nicht organischen Verunreinigungen sein.
- Eine nachhaltige Produktion der organischen Ausgangsstoffe muss gewährleistet sein.
- Bei der Nutzung von Forstholz oder Kurzumtriebsholz muss eine nachhaltige Bewirtschaftung durch FSC oder PEFC nachgewiesen sein.
- Der Transport zur Pyrolyseanlage darf 80 km nicht überschreiten, (Ausnahmen sind möglich).

- Die Dokumentation muss lückenlos vorliegen.

Weiterhin wird über die Richtlinien die Führung eines Pflanzenkohle-Produktionsprotokolls vorgeschrieben, in dem Beschreibungen, Zeitpunkte, und eventuelle Komplikationen des Produktionsprozesses dokumentiert sind. Jede Charge muss durch eine Identifikationsnummer erkennbar sein, um die Rückverfolgbarkeit im Produktionsprozess und die Qualitätssicherung zu gewährleisten. Außerdem soll eine Einheitlichkeit der Kohle-Chargen durch definierte Kriterien sichergestellt werden. Hierzu gehört, dass die Temperatur während der Inkohlung nicht mehr als um 20% schwanken darf und die verwendete Zusammensetzung der Biomasse homogen sein muss, wobei Abweichungen bis 15% toleriert werden. Weiterhin muss der Produktionsprozess innerhalb von 120 Produktionstagen bzw. 240 Kalendertagen abgeschlossen sein. Bei Nichterfüllung eines dieser Punkte muss eine neue Charge begonnen und dokumentiert werden.

Im Kapitel „Eigenschaften der Pflanzenkohle“ des Zertifikates (vgl. Anhang) werden genaue Vorgaben zum Endprodukt Pflanzenkohle vorgeschrieben. Der Kohlenstoffgehalt muss über 50% und der Black-Carbon-Gehalt zwischen 10%-40% des Gesamtkohlenstoffs liegen. Der Black-Carbon-Gehalt wird hier als die stabile organische Kohlenstofffraktion in der Pflanzenkohle beschrieben, die für die Kohlenstoffsequestrierung (langfristige Festlegung von Kohlenstoff) und Bodenmelioration von hoher Bedeutung ist. Das molare H/C- Verhältnis ist obligatorisch, das molare O/C - Verhältnis ist fakultativ anzugeben. Die Verhältnisse dürfen 0,6 (H/C) bzw. 0,4 (O/C) nicht überschreiten. Die Werte weisen auf den Grad der Verkohlung und die Art des Inkohlungsproduktes hin.

Da gerade für die Bodenmelioration die Nährstoff- bzw. Schadstoffgehalte eine wesentliche Rolle spielen, müssen die Werte für die Makronährstoffe Stickstoff, Phosphor, Magnesium, Kalium und Kalzium angegeben werden. Ebenso müssen pH-Wert, Schüttdichte, Wassergehalt, sowie PAK-, PCB-, Furan- und Dioxin- und Schwermetallgehalte dokumentiert werden und dürfen die angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Als nachhaltig wird die Produktion dann beschrieben, wenn die Biomassepyrolyse in einem energieautonomen Prozess abläuft. Hierbei ist vorgegeben, dass die eingesetzte Energie 8 % (für basic-Qualität) oder 4 % (für premium-Qualität) des Heizwertes der Biomasse nicht überschreiten darf. Die bei der Pyrolyse entstehenden Synthesegase müssen abgefangen werden. Ein Entweichen in die Atmosphäre ist zu verhindern und die Verbrennungsenergie des Synthesegases soll zur Erwärmung der organischen Substanz genutzt werden. Die zusätzlich entstandene Abwärme ist zu 70% zum Trocknen von Biomasse, Heizzwecken oder zur Stromherstellung zu nutzen.

Hinsichtlich der Ausbringung der Pflanzenkohle wird darauf hingewiesen, dass bei jeglicher Anwendung eine ausreichende Benetzung der Pflanzenkohle mit einer Flüssigkeit vorgeschrieben ist. Kontrollen finden einmal im Jahr durch die benannte Kontrollstelle statt.

2.3 Stabilität und Wirkung von Kohle-C auf die Pedosphäre: Forschungsstand

Für Pflanzenkohle (Kohle-C) werden vielfältige Einsatzgebiete beschrieben (Kammann 2012, Helfrich et al. 2011). Hierzu zählen landwirtschaftliche und industrielle Einsatzgebiete zur landwirtschaftlichen Bodenverbesserung, zur Abfallentsorgung, zur Dekontamination belasteter Böden und zur Energieproduktion. Auch die Entwicklung von Strategien gegen den Klimawandel sind wichtige Gebiete in der Forschung mit verkohlter organischer Substanz. Die Möglichkeit der längerfristigen Festlegung von CO₂ (Sequestrierung), hat Wissenschaftler und Laien in den letzten Jahren beflügelt sich intensiv mit Pflanzenkohle und anderen Inkohlungsarten (z. B. HTC-Kohle) auseinanderzusetzen. Die folgende Abbildung 1 zeigt wie jung die Forschung auf diesem Gebiet ist und welches Potenzial sich daraus ergeben kann.

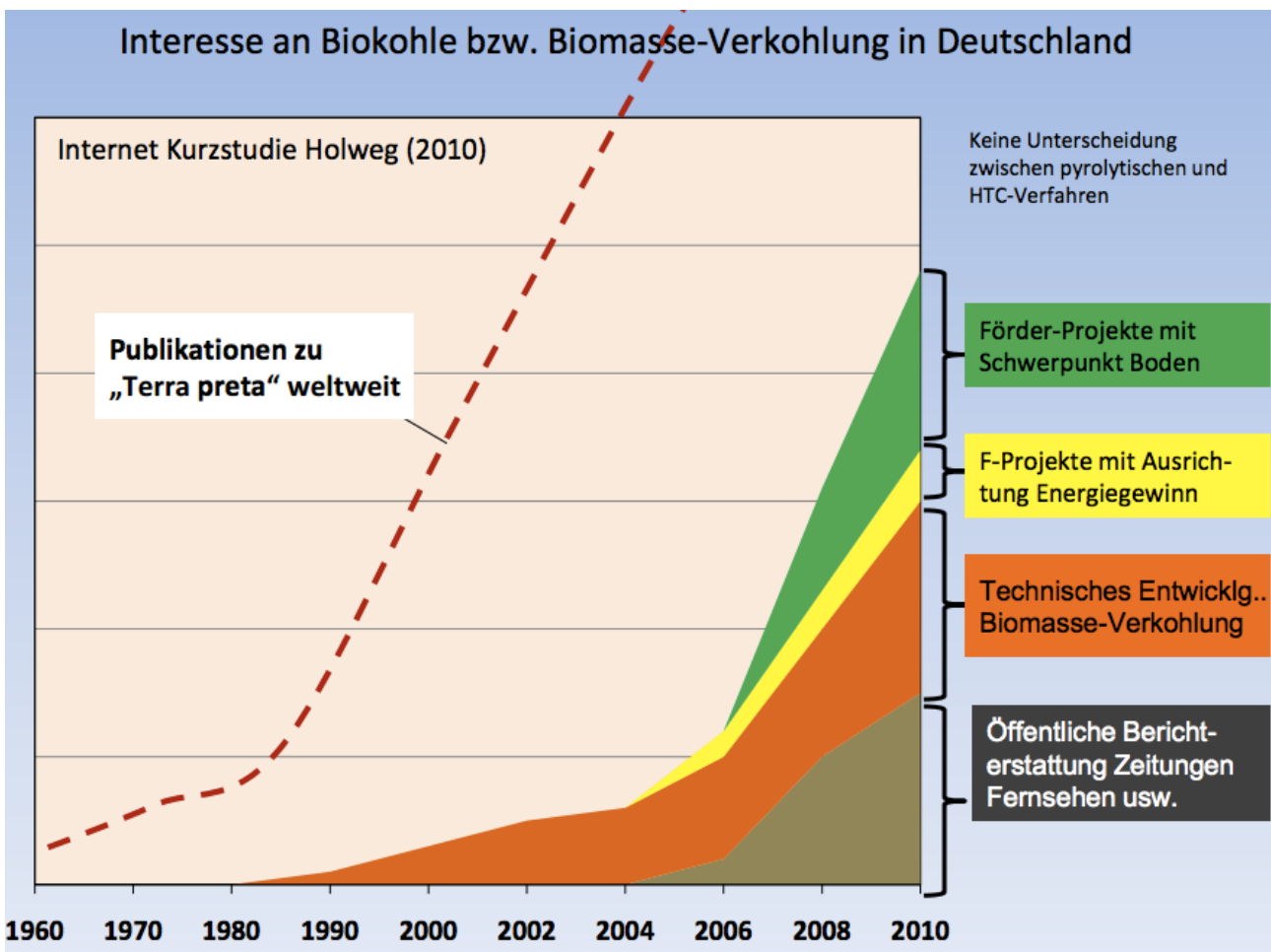


Abbildung 1: Interesse an Biokohle bzw. Biomasse-Verkohlung in Deutschland; Quelle: Holweg (2011)

Beschriebene Potenziale und die Chancen, die sich aus dem Einsatz von Pflanzenkohle ergeben können, gilt es bestmöglich auszuschöpfen, jedoch immer auch kritisch hinsichtlich möglicher Gefährdungen der Umwelt zu betrachten.

Der weltweite Anstieg der Bodendegeneration durch Humusverlust und die damit verbundene Nahrungsmittelknappheit nimmt besorgniserregende Ausmaße an. In diesem Zusammenhang sind vor allem praktische Freilandversuche (siehe Kapitel 2.5) zur Stabilisierung der Humusfraktion durch Pflanzenkohle unter realen Bedingungen von großer Bedeutung. Bei der Bewertung der positiven Wirkung von Pflanzenkohle auf den Humusvorrat sind jedoch auch immer die bereits vorhandenen Möglichkeiten des Humusaufbaus in der landwirtschaftlichen Praxis (z. B. Kompostierung, Leguminosenanbau) zu betrachten (Schüler, Bruns 2012; Stumm 2012). Vergleichenden Untersuchungen zu Stabilität und Wirkung von Huminstoff-Kohlenstoff aus natürlicher Synthese und von Pflanzenkohlen-Kohlenstoff sind nicht bekannt. Huminstoffe haben eine hochmolekulare Struktur und sind verantwortlich für die stabile Dauerhumusform im Boden. In ihren Funktionen entsprechen sie den erwarteten Eigenschaften der Pflanzenkohlen. Bringt man diese Pflanzenkohle, die vergleichbar mit den Holzkohle-funden in den Terra Preta Böden ist, in landwirtschaftliche Böden ein verbleibt ein Anteil von 80% ihres Kohlenstoffs langfristig im Boden (Schmidt 2011). Es ist zu vermuten, dass mit der unterschiedlichen Zusammensetzung der Kohle im Vergleich zu Huminstoffen eine andere Kohlenstoff-Stabilität einhergeht. Andererseits besteht die Möglichkeit einer Katalysatorfunktion von Holzkohle, wie bei der Aktivkohle. So schlussfolgert Reckin (2012) aus eigenen Versuchen, dass durch die Herabsetzung der Aktivierungsenergie der monomeren organischen Substanzen eine beschleunigte Verkittung von Molekülen erfolgt. Die daraus entstandenen Makromoleküle sind dann wie bei der Terra Preta über viele Jahrhunderte im Boden stabil.

Die folgenden Ausführungen sollen einen Überblick über den aktuellen Stand im Bereich der Forschung zur Bodenverbesserung durch pyrolytische Kohle, aber auch hydrothermalen Kohle geben. Auch wird kurz auf die Möglichkeit der Verwendung von Braunkohle als Bodenverbesserungsmittel eingegangen.

„Die Untersuchung der physio-chemischen Eigenschaften von pyrogenem Kohlenstoff ergab, dass ein Großteil dieser C-Spezies partikulär vorliegt (Glaser 1999)“.

Versuche im Amazonasgebiet ergaben, dass die Zugabe von Holzkohle die Bodenqualität und Nährstoffverfügbarkeit und somit die Ertragsfähigkeit der Böden wesentlich steigert. So konnte Steiner (2006) nachweisen, dass durch Applikation von Holzkohle, der Kohlenstoffverlust im Boden wesentlich geringer war als in Feldern die nur mit Hühnermist und Kompost gedüngt wurden.

In Gefäß- und Freilandversuchen in Deutschland zeigte sich, dass die eingesetzten Ausgangsstoffe sowie die Herstellungsbedingungen von Pflanzenkohlen vor allem bei der HTC-Kohle bedeutsam sind für die Stabilität und somit der langfristigen CO₂-Sequestrierung. Eine unterschiedliche Qualität der Kohleerzeugnisse aufgrund unterschiedlicher Inkohlungsbedingungen schlägt sich auch in der Wirkung auf Pflanze und Boden nieder (Helfrich et al. 2011). An der Justus-Liebig-Universität Gießen forschen Wissenschaftler zur Stabilität und chemischen Zusammensetzung von verkohlter organischer Substanz. Die bisherigen Ergebnisse belegen, dass sich HTC-Kohle im Vergleich zu pyrolytischer Kohle wesentlich schneller umsetzt bzw. mineralisiert. In

einem Wachstumsversuch fand man heraus, dass auch der CO₂-Ausstoß, der mit HTC-Kohle versetzten Böden im Vergleich zu pyrolytischer Kohlebeimengung signifikant höher war. Weitere negative Auswirkungen der HTC-Kohle werden u. a. dem erhöhten Anteil an labilem Kohlenstoff-C und der damit verbundenen Stickstoff-Immobilisierung zugeschrieben. Doch scheint dies nicht die einzige Erklärung für die erhöhte Mineralisierungsrate zu sein. So wurde beobachtet, dass HTC-Kohle das Mycorrhiza-Wachstum fördert und auch Pilze an der Zersetzung beteiligt sind. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass HTC-Kohlen phytotoxische Gase produzieren und selbst nach längerer Lagerung Keimungshemmungen auftreten.

In Gefäßversuchen mit Kompostwürmern (*Eisenia fetida*) wurden Varianten, die Kohlen mit erhöhten Gehalten an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen (PAK) aufwiesen, signifikant gemieden (Kammann et al. 2012). Kammann (2012) weist jedoch auch auf mündliche Mitteilung von Palmu und Ercolano hin, die keine negativen Auswirkungen der HTC-Kohle feststellen konnten. Auch eine Umkehrung der anfangs negativen Wirkung von HTC-Kohlen wird in Betracht gezogen. Gefäßversuche des Julius Kühn Institutes (Bargmann et al. 2012) ergaben interessante Ergebnisse mit unterschiedlichen Ausgangsprodukten bei der Herstellung von HTC-Kohle. Unter anderem konnten bei Sommergerste 29% und bei Buschbohnen 91% Ertragssteigerungen bei der Verwendung von Rübenhackschnitzel beobachtet werden, wohingegen die Variante mit HTC-Kohle aus Biertreber keine Auswirkung auf den Ertrag hatte. Interessanterweise waren Keimverzögerungen, die in den ersten zwei Wochen im Vergleich zur Nullvariante auftraten danach nicht mehr nachweisbar (Bargmann et al. 2012).

Das Herstellungsverfahren von HTC-Kohle bietet jedoch einen wesentlichen Vorteil gegenüber der Pyrolyse. So ist es möglich auch nasse Edukte und somit nahezu alle organischen Materialien bei der hydrothermalen Carbonisierung (HTC) zu verwenden (Bischoff et al. 2012). Im Gegensatz zur HTC-Kohle-Applikation in Böden werden der Nutzung von pyrolytischen Kohlen hauptsächlich positive Wirkungen zugeschrieben. Maßgeblich für die positiven Effekte ist die Aktivierung der Kohle, d.h. ohne eine vorherige Aufladung oder Co-Kompostierung mit stickstoffhaltigem Material sind auch bei der pyrolytischen Kohle Keim- und Wachstumshemmungen zu beobachten (Schmidt 2011). Eine Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und damit verbundene Ertragssteigerungen, sowie eine verbesserte Wasserrückhaltefähigkeit werden nach der Einbringung aktivierter Pflanzenkohle beobachtet. Bischoff et al. (2012) beschreibt eine deutliche Auswaschungsreduzierung von Stickstoff bei einer Zumischung von nur 3,5% Pflanzenkohle zum Boden (lehmigen Sand). Raupp (2011) weist jedoch darauf hin, dass es Versuche in Waldböden gab, wo festgestellt wurde, dass nach der Einbringung von Pflanzenkohle ein erhöhter Verlust an organischer Substanz zu beobachten war. Außerdem wurde eine erhöhte Bodenatmung durch die Pflanzenkohle mit höherem CO₂ Ausstoß gemessen. Zusammenfassend konstatiert Raupp (2011), dass zur Erhaltung der Humusgehalte in landwirtschaftlichen Böden die Einbringung von Stallmist am besten geeignet sei. Er weist daraufhin, dass Pflanzenkohle vielversprechend sei, jedoch momentan aussagefähige Langzeitstudien fehlen. Auf der anderen Seite haben jedoch Untersuchungen von Wallmann und Ahlborn (2012) ein scheinbar klareres Bild zur Bodenatmung ergeben (Abb.2). Das verwendete Treibselsubstrat ist Treibgut welches an die Deiche der Nordseeküste gespült wird und zu 90-99% aus pflanzlichem Material besteht.

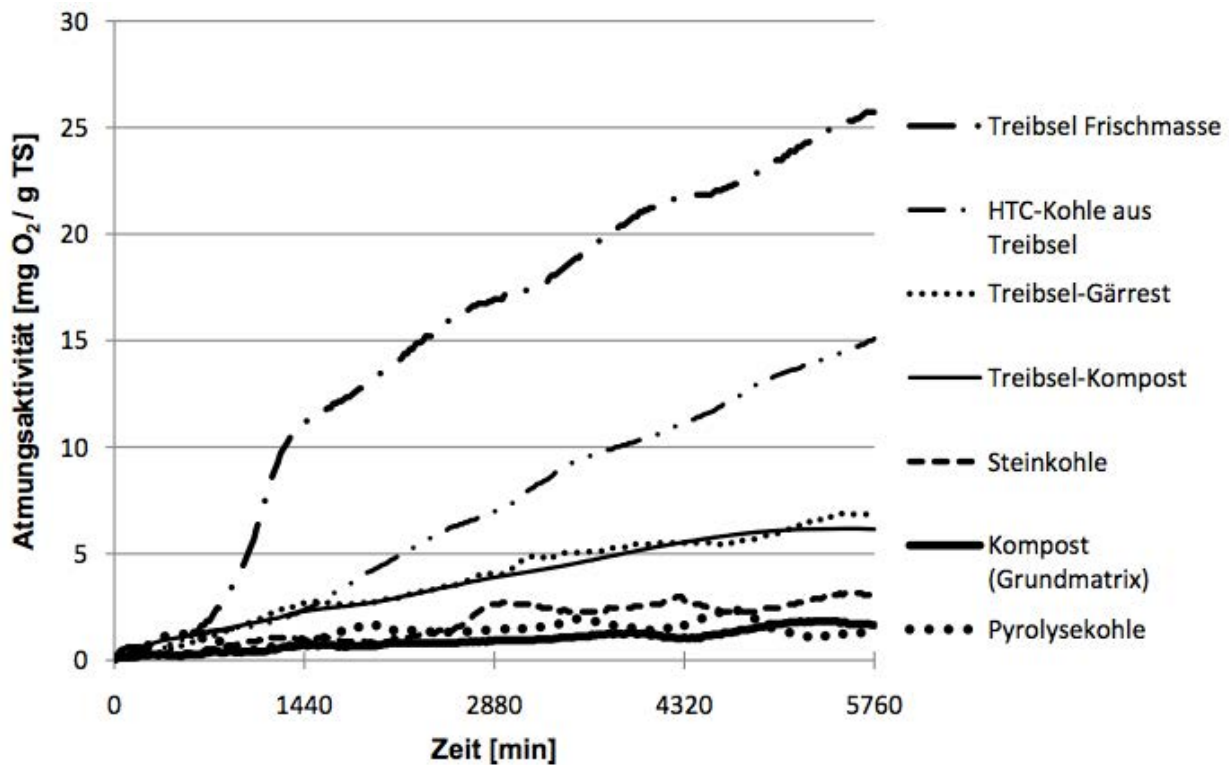


Abbildung 2: Atmungsaktivität der Substrate im zeitlichen Verlauf (Der Probenanteil beträgt 50% der TS des zur Aufstockung verwendeten Kompostes) Wallmann und Ahlborn, 2012

Man kann gut erkennen, dass die Atmungsaktivität der Pyrolysekohle zeitweilig sogar unter der des Kompostsubstrates liegt, welches als Grundmatrix zur Aufstockung der verschiedenen Substrate diente. Wallmann und Ahlborn (2012) schließen daraus, dass die Zugabe von Pyrolysekohle die Atmungsaktivität zunächst hemmt. Da die Atmungsaktivität mit der Abbaubarkeit durch Mikroorganismen zusammenhängt, zeigt die Untersuchung, dass Pyrolyse-Kohle wesentlich stabiler ist als die HTC-Kohle. Gleichzeitig wurde auch der Humifizierungsgrad untersucht und festgestellt, dass die enthaltenen Huminstoffe bei der HTC-Kohle vorwiegend aus Braunhuminsäuren bestehen und bei der Pyrolysekohle aus Grauhuminsäuren. Huminstoffe bestehen aus Huminen, Fulvosäuren und Huminsäuren, wovon die Fulvosäuren die am leichtesten abbaubare Fraktion der Huminstoffe darstellt. Bei den Huminsäuren weisen die Grauhuminsäuren (erhöhter Anteil in der Pyrolysekohle) eine höhere Stabilität als die Braunhuminsäuren der HTC-Kohle auf. Gleichzeitig ist folgende Darstellung mit einer gegenläufigen Aussage sehr interessant, da sie verdeutlicht, wie komplex das Thema ist und wie schwierig es ist, eindeutige Aussagen zu Vor- und Nachteilen der einzelnen Inkohlungsarten zu treffen.

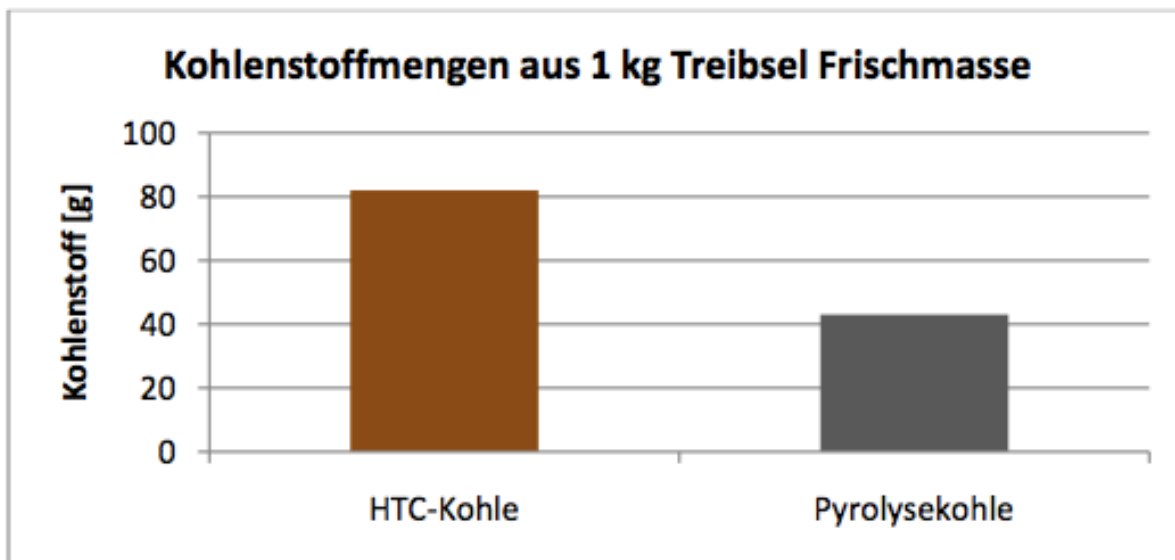


Abbildung 3: Kohlenstoffmengen aus 1 kg Treibselfrischmasse (Wallmann und Ahlborn, 2012)

Man kann die Schlussfolgerung ziehen, dass HTC-Kohle aus dem Treibselsubstrat die doppelte Menge an Kohlenstoff bindet. Hiervon müsste somit nur die Hälfte dieses Kohlenstoffs ähnlich stabil wie Pyrolysekohle sein, um auf den vergleichbaren Wert der Sequestrierung zu kommen (Wallmann und Ahlborn 2012).

In den 30iger Jahren des 20. Jahrhunderts untersuchten Wissenschaftler bereits die Wirkung von Braunkohle als Bodenverbesserungsmittel. Da Braunkohle gegenüber anderen organischen Düngern einen sehr hohen Huminstoffgehalt aufweist, konnten bereits damals Ertragsteigerungen nachgewiesen werden. Damals wie heute gibt es unterschiedliche Aussagen zur Wirkung und Umsetzung der Braunkohle im Boden. Es wurde jedoch deutlich, dass ein Eintrag von größeren Mengen Braunkohle wachstumshemmende Auswirkungen hatte. Dies wurde mit Nährstoff-Festlegung und Absenkung des pH-Wertes begründet. Heute wissen wir, dass eine vorherige Zugabe von Nährstoffen bessere Ergebnisse erzielt (Katzur et al. 2002). Kappen (1943) bezweifelte, dass mit Hilfe von Braunkohle eine physikalische Verbesserung des Bodens möglich sei. Der Grund liegt nach Kappens Untersuchungen in der Alterung der Humuskolloide, die ihre Quellfähigkeit verloren haben. Katzur et al. (2002) konnte in seinen Versuchen nachweisen, dass aktivierte Braunkohle (Ammonkohle) nach dem ersten Ausbringungsjahr durchaus positive Auswirkungen auf Kationenaustauschkapazität, Nährstoffverfügbarkeit und Ertragsfähigkeit haben kann. Im ersten Jahr sind jedoch Ertragsausfälle zu erwarten, dies wird damit begründet, dass durch die Aktivierung mit NH_3 -Wasser ein zu hoher pflanzenverfügbare N-Gehalt entsteht. Ähnlich wie bei der HTC-Kohle ist die Abbaurate des Kohlenstoffs recht hoch im Vergleich zu pyrolytischer Kohle. Laut Katzur et al. (2002) liegt der Zeitraum für den Abbau von C bei Braunkohle im Boden zwischen 150 und 220 Jahren.

Es wird deutlich, dass es noch viele Fragen zu klären gibt, besonders in Hinsicht auf veränderte Emissionen von Treibhausgasen (THG), die langfristige Stabilität von Kohlenstoff durch unterschiedliche Inkohlungsprozesse und den langfristigen Effekten im Boden. Hier setzen die laufenden Forschungsvorhaben und Langzeituntersuchungen an. Diese Untersuchungen sind auch bei der Bewertung zur langfristigen CO_2 -

Sequestrierung notwendig. Um als Alternativverfahren im Emissionshandel mit CO₂-Zertifikaten aufgenommen zu werden ist erst einmal der Stabilitätsnachweis über eine eindeutige Datengrundlage erforderlich. Hierbei müssen die Vorteile gegenüber anderen Kohlenstoff aufbauenden Maßnahmen aus der landwirtschaftlichen Praxis klar dokumentiert sein, wozu eine vergleichende Untersuchung zur Stabilität und Wirkung von unterschiedlichen Kohlenstoff-Fraktionen im Boden unabdingbar ist.

2.4 Pflanzenkohle im Spannungsfeld von Landwirtschaft und Regionalplanung

Kohlenstoff spielt für alle Lebensprozesse eine wichtige Rolle, gleichbedeutend mit Wasser und Stickstoff. So ist Kohlenstoff gleichzeitig Energieträger und zentraler Zellbaustein aller Lebewesen (Fließbach et al. 2008). Er befindet sich in einem ständigen natürlichen Auf- und Abbauprozess. Für den Menschen ist er darüber hinaus ein bedeutender Rohstoff, der aus tiefen Erdschichten geborgen wird, um ihn dann größtenteils wieder zu verbrennen oder zu Kunststoff zu verarbeiten (Schmidt, Niggli 2012). Dies durchbricht den natürlichen Zyklus und trägt massiv zum atmosphärischen CO₂-Anstieg bei. Da in den terrestrischen Böden dreimal mehr Kohlenstoff gebunden ist als in der darüber liegenden Vegetation, sind Böden als CO₂-Senken von hoher Bedeutung (Wehde, Yussefi-Menzler 2011). In den letzten Jahren wird verstärkt nach Lösungen zur Reduzierung der Emissionen von Treibhausgasen und Substitutionen fossiler Brennstoffe gesucht, um die damit verbundenen negativen Folgen des Klimawandels und der Ressourcenverknappung entgegenzuwirken. Aus dem hohen Energieaufwand bei der Bergung von fossilem Kohlenstoff in Form von Kohle und Öl und der Fragestellung nach der dauerhaften Verfügbarkeit dieser Rohstoffe ergibt sich ein hohes ökonomisches Interesse an einer alternativen Kohlenstoffgewinnung, zumal die Nachfrage nach Kohlenstoff stetig steigt. Zurzeit werden technische Verfahren für eine nachhaltige Kohlenproduktion verstärkt entwickelt und gefördert. Biomasse wird hier zum begehrten Ausgangsmaterial, da daraus durch Inkohlungsprozesse chemisch stabile Kohlenstoffverbindungen aufgebaut werden (Schmidt, Niggli 2012). Da das Endprodukt insbesondere bei hydrothermal erstellter Kohle stark vom Ausgangsstoff abhängt wird deutlich, dass nicht wahllos jede Art von Biomasse zur Herstellung von Pflanzenkohle geeignet ist. Unterschiedliche Anwendungsfelder bedingen spezifische Pflanzenkohle-Parameter. Der Landwirt hat ein Interesse an schadstofffreier und langfristig stabiler, adsorptionsfähiger Pflanzenkohle. Die Metall- und Zementindustrie legt Wert auf das Ausbrandverhalten bei einer thermischen Verwertung. Die Entwicklung und Aufstellung von Anlagentechnik zur Herstellung von Pflanzenkohle wurde in den letzten Jahren immer wieder durch technische sowie qualitätsbezogene Probleme der hergestellten Kohle verzögert. Von den deutschlandweit geplanten 50 Anlagen, die 2012 in Betrieb genommen werden sollten, haben jedoch erst wenige bereits eine reguläre Produktion aufgenommen (Schmidt, Niggli 2012).

Infolge landwirtschaftlicher Nutzung wird im Boden gespeicherter Kohlenstoff verstärkt abgebaut, was zu einer Verschlechterung der Bodenfunktionen führt. In Deutschland werden 52% der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt. Mit einem Anteil von 16% an den Gesamtemissionen von Treibhausgasen Deutschlands weist die Landwirtschaft einschließlich vorgelagerter Bereiche ein erhebliches Potenzial für eine Verminderung der CO₂-Freisetzung und für eine Sequestrierung des Kohlenstoffs auf (Wehde, Yussefi-Menzler 2011). Um die nutzungsbezogenen Verluste der organischen Bodensubstanz durch erhöhte Biomassebildung auszugleichen wird vielfach

Mineraldüngung eingesetzt. Wegen des hohen Energieverbrauchs bei der Herstellung und Ausbringung des Düngers wird die CO₂-Bilanz zusätzlich belastet. Bisher hatten Landwirte hauptsächlich über Kompostierungsverfahren die Möglichkeit, Kohlenstoff in den Boden zurückzuführen und längerfristig einzubinden. Während des Rottevorgangs bei der Kompostierung wird jedoch ein großer Teil des Kohlenstoffs durch die Mikroorganismen veratmet und in die Atmosphäre freigesetzt, so dass nur ein Teil der ursprünglichen Kohlenstoffmengen im Ausgangssubstrat zurück bleibt. Inkohlungsverfahren, vor allem das pyrolytische Verfahren, halten wesentlich mehr stabilen Kohlenstoff zurück. Pflanzenkohle wird dadurch zu einem begehrten Wertstoff in der Landwirtschaft. Beispiele aus der Landwirtschaft deuten darauf hin, dass dezentrale Pyrolyseanlagen und eine regionale Kreislaufwirtschaft ökologische und ökonomische Vorteile für die ganze Region haben können. Biomasse, die als Abfallprodukt anfällt, kann einerseits Energie zur Strom- und Wärmeerzeugung bereitstellen, andererseits können Funktionen des Bodens verbessert und der Ertrag gesteigert werden.

In der österreichischen Ökoregion Kaindorf (Dunst 2012) wurde eine Verkohlungsanlage als Prototyp zur Produktion von Pflanzenkohle errichtet. Darin werden Papierfärschlammabfälle aus einer Kartonfabrik, kommunaler Grünschnitt und Getreidespelzen verarbeitet. Die produzierte Pflanzenkohle erhielt das Europäische Pflanzenkohle-Zertifikat (Schmidt et al. 2012). Die daraus entstandene Pflanzenkohle wird an Landwirte in Deutschland und Österreich verkauft. Ziel der Ökoregion Kaindorf ist es, bis 2020 CO₂-neutral zu werden. Dazu wurde eine Strategie entwickelt, um den Humusaufbau und die Kreislaufwirtschaft in der Region zu fördern. Nach Erscheinen des IPCC-Berichtes 2007 bildeten rund 100 ehrenamtliche Helfer Arbeitsgruppen zu unterschiedlichen Themen um das Ziel, 2020 CO₂-neutral zu sein, zu erreichen. Darunter waren unter anderen auch die Arbeitsgruppen Heizen/Strom, Energiesparen und Landwirtschaft beteiligt. Die AG Landwirtschaft hatte sich vorgenommen, durch gezielten Humusaufbau und die Reduzierung von chemischen Düngemitteln CO₂ zu binden. Nachdem ein ausgeklügeltes System zur Kompostierung große Erfolge zeigte, teilweise wurde der Humusgehalt im Boden in wenigen Jahren verdoppelt, wollte man noch mehr Landwirte einbinden. Man entwickelte ein regionales CO₂-Zertifikat mit dem man die zusätzlichen Kosten für den Humusaufbau finanzieren konnte. So erhält jeder Landwirt unter Auflagen pro zusätzlich eingebrachten Mg CO₂-Äquivalenten je Hektar 30 € vergütet. Die Zertifikate werden von regionalen Unternehmen finanziert, die diese dann werbewirksam nutzen können. Mit dem Bau der Pyrolyseanlage konnten die Kohlenstoff- und Stickstoffverluste durch Zugabe von Pflanzenkohle bei der Kompostierung um rund die Hälfte gesenkt werden. Die produzierte Pflanzenkohle dient ebenfalls zur Herstellung der „Riedlingsdorfer Schwarzerde“, die aus 20% Pflanzenkohle besteht und ab Frühjahr 2013 auf dem Markt kommen soll (Dunst 2012). Dieses Beispiel zeigt ein Potenzial auf, wie Pflanzenkohle regionale Stoffströme, Bodenverbesserung und CO₂-Sequestrierung sowie sozioökonomische Prozesse durch die Schaffung von Arbeitsplätzen positiv beeinflussen kann.

Derzeit ist die Pflanzenkohle ein Nischenprodukt und die längerfristige ökonomische Tragfähigkeit muss sich noch zeigen. In Halle/Saale wird eine HTC-Anlage mit Unterstützung der örtlichen Wirtschaft errichtet. Weitere Beispiele lassen sich auch in Brandenburg finden. So betreibt die Firma Suncoal Industries in Ludwigsfelde eine HTC-Pilotanlage und bietet ein breites Leistungsspektrum rund um hydrothermale Carbonisierung an. Unter anderem werden Machbarkeitsstudien, Projektleitung und

schlüsselfertige Bauleistungen angeboten. Kommunen haben so die Möglichkeit, ihre organischen Abfälle umwelt- und energiebewusster zu nutzen. Die Firma CarbonSolution betreibt eine HTC-Versuchsanlage am Standort Teltow und arbeitet eng mit dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung zusammen. Ein Projekt von CarbonSolution befasst sich mit dem Einsatz von HTC-Kohle als Bodenverbesserungsmittel.

Die Abstimmung landwirtschaftlicher und technischer Prozesse und die Ausschöpfung von Nachhaltigkeitspotenzialen der ländlichen Regionen sind in der Pflanzenkohlen-Thematik eng miteinander verknüpft. Die Schließung von Stoffströmen und der Aufbau von verarbeitender Industrie fördern die Entwicklung ländlicher Strukturen. Voraussetzung ist jedoch der Nachweis, dass keine negativen Einwirkungen auf die natürlichen Ressourcen gegeben sind wie z. B. Schadstoffanreicherungen.

2.5 Übersicht laufender Forschungsvorhaben zur Verbesserung der Bodenfunktionen durch die Anwendung von Pflanzenkohle

In der folgenden Tabelle wird eine Übersicht zu laufenden Vorhaben in der Region Berlin-Brandenburg und überregionalen Vorhaben gegeben.

Tabelle 1: Übersicht zu den laufenden Forschungsvorhaben in der Region Berlin-Brandenburg

Projektname (Internetseite)	Allgemeine Informationen	Versuchsaufbau	Kurzbeschreibung/Ziel des Projektes
Biochar in Agriculture Biokohle in der Landwirtschaft - Perspektiven für Deutschland und Malaysia http://www.atb-potsdam.de/hauptseite-deutsch/Forschung/Verbunde/Biochar/biochar_start.htm	Projektnehmer: Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Projektgeber: Leibniz Gesellschaft Laufzeit: 01.02.2012-31.01.2015 Projektleitung: Dr. Meyer-Aurich	Versuchsstation Berge Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität (IASP) -Start: Sept. 2012 -einmalige Ausbringung von pyrolytischer und hydrogener Biokohle -noch keine Veröffentlichungen	-Untersuchung des ökonomischen und ökologischen Potenzials verkohlter Biomasse (Biokohle) in der Landwirtschaft -Fokus liegt auf der Reduzierung von Treibhausgasen und auf den wirtschaftlichen Kosten des Biokohleinsatzes
Bioenergie-Region-Ludwigsfelde http://www.bioenergie-region-ludwigsfelde.de/files/InfobroschuereLandwirte.pdf	Projektnehmer: Stadt Ludwigsfelde Projektgeber: BMELV Laufzeit: 2012-2015 Projektleitung: Iris Feldmann	-ehemalige Rieselfelder in der Bioenergie-Region-Ludwigsfelde -Größe 18m ² -einmalige Ausbringung März 2011 -Eintragsmenge 1%; 2,5%; 5% pyrolytische Kohle (pyreg GmbH)	-Untersuchung von Ertragssteigerung landw. Flächen durch Einbringung von Biokohle -laut A. Wagener (TU Berlin Institut für Ökologie Fachgebiet Bodenkunde) liegt der Fokus auf Immobilisierung von Schwermetallen
Verbundprojekt LaTerra http://www.laterra-forschung.de/	Projektnehmer: FU Berlin (Fachbereich Geowissenschaften – Institut für Geographische Wissenschaften) Projektgeber: BMBF, Projektträger Jülich, FONA, Nachhaltiges Landmanagement Laufzeit: 2010-2014 Projektleitung: Florian Worzyk	-Ackerstandort Groß Jehser -Tagebau Welzow -Tagebau Sedlitz -Ausbringung von verschiedenen TPS	-Unterteilung in 3 Teilprojekte Teilprojekt 2: -Nachweis einer dauerhaften Verbesserung der Bodenfunktionen und der Flächenproduktivität durch den Einsatz von TPS (Terra Preta Substraten) -Qualitätssicherung der TPS-Herstellung und Anwendung

TerraBoGa Schließung von Kreisläufen durch Energie- und Stoffstrommanagement bei Nutzung der Terra-Preta-Technologie im Botanischen Garten – TerraBoGa http://www.terraboga.de/	Projektnehmer: Arbeitsgruppe Geoökologie an der FU Berlin Projektgeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm) des Landes Berlin -EFRE gefördert Laufzeit: 2010-2014 Projektleitung: Prof. Dr. Konstantin Tertyze	Gefäß- und Flächenversuche	Schließung von Kreisläufen durch Energie- und Stoffstrommanagement bei Nutzung der Terra-Preta-Technologie
Landw. Großversuch Lindendorf http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.201100172/abstract	Projektnehmer: Uni Halle-Wittenberg Projektgeber: BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) Laufzeit: 2009-2013 Projektleiter: Prof. Dr. Bruno Glaser	1ha Ackerfläche in Lindendorf/OT Dolgelin	-Untersuchung zur besseren Nährstoffverfügbarkeit und Wasserhaltefähigkeit unter Zugabe von Kompost und Biokohle -Veröffentlichung: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.201100172/abstract
BioBra (Verbundforschung Biokohle Brandenburg) http://www.hnee.de/biobra	Projektnehmer: HNE Eberswalde Projektgeber: MASF, ESF, Land Brandenburg Laufzeit: 2009-2013 Projektleitung: Prof. Dr. Dieter Murach	- bisher Gefäßversuche - Versuche mit hydrogener Kohle	-Eignung von Biokohle als Bodenzusatzstoff zur Etablierung schnell wachsender Baumarten im Kurzumtrieb -Noch keine Veröffentlichungen

Tabelle 2: Übersicht zu den laufenden überregionalen Forschungsvorhaben

Projektname	Allgemeine Informationen	Versuchsflächen	Kurzbeschreibung/Ziel des Projektes
ClimaCarbo – Verbundforschungsprojekt http://www.climacarbo.com/	Projektnehmer: Diverse Unternehmen Projektgeber: BMBF, DLR e.V. Laufzeit: 2012-2015 Projektkoordinator: pyreg GmbH	-Feldversuche im Wendland auf 5000m ² -Eintrag von Mischung aus Biokohle und Gärresten	-Teilprojekt: Auswirkungen von Pflanzenkohle-Gärrest-Substraten auf Bodenfruchtbarkeit, C-Sequestrierung, Nährstoffauswaschung und Treibhausgas-Emissionen - http://www.landw.uni-halle.de/prof/bodenbiogeochemie/forschung/projekte/bmbf_j01090479_climacarbo/ Leitung: Prof. Dr. habil. Bruno Glaser
Chiemgauer Schwarzerde http://www.em-chiemgau.de/php/index.php?lg=de	Projekte werden von Landwirten praktisch umgesetzt. Es findet keine wissenschaftliche Begleitung statt.		
Pflanzenkohle im europäischen Weinbau (Schweiz, Frankreich, Spanien, Italien) http://www.ithaka-journal.net/pflanzenkohle-im-europaischen-weinbau-ergebnisse-2011	Projektnehmer: Weingüter in den Regionen Projektgeber: Delinat-Institut (http://www.delinat-institut.org/de/home) Laufzeit: 2011-2015 Projektleitung: H. P. Schmidt	Jeweils 1ha in: Italien: Maggio Vini (Sizilien) Spanien: Pago Casa Gran (Valencia) Frankreich: Chateau Duvivier Schweiz: Wallis (Delinat-Institut) Eintragsmenge 10t/ha pyreg Kohle (Carbon Terra) im Gemisch mit 10t/Mist	Untersuchung auf: - Einfluss der Pflanzenkohle auf Rebwachstum - Bodenaufbau - Schließung von Stoffkreisläufen

<p>CarboSolum Effiziente und ökologische Nutzung von Biokohle aus verschiedenegradig carbonisierter Restbiomasse zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft http://www.bmelv-forschung.de/fileadmin/dam/uploads/Forschung/Holweg%20SAG-NR%20Juni2011.pdf</p>	<p>Projektnehmer: Verbund aus mehreren Institutionen Projektgeber: BMELV Landwirtschaftliche Rentenbank Laufzeit: 2010-2013 Projektleitung: Dr. Markus Mokry</p>	<p>Eintrag von jeweils 20t/ha HTC-Kohle und pyrolytischer Kohle auf je 50m² Versuchsfläche Je in Freiburg und Karlsruhe</p>	<p>-Definierte Carbonisierungsprodukte aus Pyrolyse und HTC (Hydrothermale Carbonisierung) sollen als Technik zur Verbesserung landwirtschaftlicher Böden erprobt werden.</p>
<p>Biochar Europe - Biochar as option for sustainable resource management http://cost.european-biochar.org/</p>	<p>Projektnehmer: Diverse Biochar-Experten aus ganz Europa Projektgeber: EU Drittmittelprojekt Laufzeit: 2012-2015 Projektleitung: <u>Prof. Dr. habil. Bruno Glaser</u></p>		<p>-Pflanzenkohle-Forschung in Europa bündeln <u>4 Arbeitsgruppen</u> 1. Pflanzenkohle-Produktion und Charakterisierung 2. Implementierung in vorhandene Landnutzungssysteme 3. Ökobilanzierung 4. Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit</p>

3 Auswahl von Flächen mit kohlehaltigen Böden im Land Brandenburg

3.1 Herangehensweise zur Flächenauswahl

Ziel des Projektes sind vergleichende Untersuchungen zur Stabilität und Wirkung von Kohle-C (Pflanzenkohle) in Böden im Vergleich zu Huminstoff-C. In der ersten Projektphase sollen geeignete Untersuchungsflächen identifiziert werden. Die Grundvoraussetzung für die Flächenauswahl ist, dass die dortigen Böden einen Kohle-C-Gehalt aufweisen, der durch menschliche Aktivitäten eingetragen wurde. Der Eintrag sollte auf verschiedenen Flächen unterschiedlich lange zurückliegen (Jahre bis Jahrzehnte), um Zeitreihenuntersuchungen zu ermöglichen. Der Kohle-C kann sowohl in Form fossiler Pflanzenkohle (Braunkohle) als auch in Form von rezenter Pflanzenkohle (z. B. Holzkohle aus Meilern, Waldbrandholzkohle, pyrolytische Pflanzenkohle) vorliegen.

Über diese Grundvoraussetzung hinaus wurden im Vorfeld der Flächenidentifikation weitere Auswahlkriterien festgelegt, diese im Folgenden dargestellt werden.

Die Flächen sollten vegetationsbedeckte Böden aufweisen, in die eine mehr oder weniger große Menge an Kohle-C eingemischt ist. Neben dem Eintrag von Kohle sollen die Böden möglichst frei von Sekundärkontaminationen (z. B. von Pyriten) sein und keine anderen Störfaktoren aufweisen. Die Mindestflächengröße wurde auf 100 m² festgelegt. Darüber hinaus ist es sehr wichtig, dass die Flächen gut lokalisierbar sind. Der Eintragsweg bzw. die Herkunft des Kohle-C bestimmt die Kategorie in der die Untersuchungsfläche geführt wird. Bei Lagerflächen für Kohle wurde fossile Pflanzenkohle durch Lagerung auf der Fläche eingetragen. Bei Waldbrandflächen wurde rezente Pflanzenkohle in Folge eines Waldbrandes eingetragen. Bei Köhlerflächen wiederum geschah der Eintrag der Pflanzenkohle durch traditionelle Holzkohleproduktion in Meilern. Fossile Pflanzenkohle wurde auf den Rekultivierungsflächen der Braunkohletagebaue hingegen mit dem Kippsubstrat, das Braunkohlebeimischungen aus dem Abbau enthält, eingetragen. Zusätzlich werden in der Kategorie Versuchsflächen Flächen aufgenommen, in die innerhalb der letzten Jahre gezielt Pflanzenkohle eingebracht wurde, um in wissenschaftlichen Studien deren Wirkung zu untersuchen. Die Flächenauswahl fand aufgrund bereits verfügbarer Daten statt. Als Datengrundlagen für die Auswahl wurden herangezogen:

- Altlastenkataster des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
- Datenbank über Waldbrände vom Brandenburgischen Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
- Daten des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
- Daten des Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften in Finsterwalde
- Veröffentlichungen und persönliche Auskünfte zum Landwirtschaftlichen Großversuch Lindendorf

Datenzugang und Flächenauswahl gestalteten sich für die fünf Kategorien sehr unterschiedlich, daher werden diese Punkte in den Kapitel 3.2.1 bis 3.2.5 für jede Kategorie getrennt dargelegt. Die Darstellung der ausgewählten Flächen erfolgt einheitlich anhand eines Steckbriefes.

3.2 Flächenauswahl und Steckbriefe

Um eine eindeutige Bezeichnung der Flächen zu ermöglichen, wurde eine projektinterne Flächenkennung vergeben. Sie setzt sich aus dem Anfangsbuchstaben des Flächentyps und einer Ziffer zusammen. Die Ziffer nummeriert die Flächen innerhalb des Flächentyps durch. Um die Zuordnung der Flächen zu den Ausgangsdaten zu erleichtern, wurde die externe Kennung, sofern vorhanden, ebenfalls in den Steckbrief aufgenommen. Zur groben Orientierung wird die Lage der Fläche innerhalb des Landes Brandenburg anhand einer Übersichtskarte mit Landkreisgrenzen dargestellt. Die Zuordnung zu einem der fünf Flächentypen erfolgt durch Ankreuzen eines Auswahlfeldes. Für die jeweilige Fläche werden die aktuelle und die vormalige Nutzung angegeben, ebenso Informationen zu Bodenart und Bodentyp. Lassen sich aus den Ausgangsdaten keine Informationen hierzu ableiten, so werden für die Fläche Bodenart und -formengesellschaft auf der Basis des Fachinformationssystems Boden des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg ermittelt. Das Klima der Fläche wird charakterisiert anhand der Jahresmitteltemperatur und des mittleren Jahresniederschlags. Sofern die Ausgangsdaten keine Angaben zum Klima enthalten, wird auf die Daten der nächstliegenden Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes zurückgegriffen. Darüber hinaus wird auch der Grundwasserabstand der Fläche festgehalten. Finden sich in den Ausgangsdaten keine Angaben zum Flurabstand, dann wird für die Steckbriefe auf die im Fachinformationssystem Boden verzeichneten Grund- und Staunässeverhältnisse in Böden zurückgegriffen. Zur Flächenkennzeichnung sind weiterhin Form und Zeitraum des Kohleeintrags verzeichnet. Sowohl die Art der eingetragenen Kohle als auch die Menge des Kohleeintrags werden dargestellt. Als Raumangaben werden zu den ausgewählten Flächen Größe, Koordinaten, Landkreis, Gemeinde aufgeführt und in die konkrete Lage anhand einer Detailkarte beschrieben. Für die Detailansichten wurden Daten der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg über den Brandenburg-Viewer genutzt. Schließlich werden Ansprechpartner und die genutzten Informationsquellen für die Fläche genannt sowie bereits bestehende Veröffentlichungen für den Fall, dass auf der Fläche wissenschaftliche Untersuchungen stattfinden bzw. stattgefunden haben. Für die vergleichenden Untersuchungen zur Stabilität und Wirkung von Kohlen-C zu Huminstoff-C in Böden sind Vergleichsflächen ohne Kohleeintrag nötig. Ihre Ausweisung wird zu Beginn der zweiten Projektphase vor Ort geschehen.

In fünf Unterkapiteln werden die Informationsbeschaffung und die Schritte der Flächenauswahl für die einzelnen Flächentypen beschrieben. Darüber hinaus sind Vorüberlegungen zur Auswahl der Vergleichsflächen festgehalten.

3.2.1 Lagerflächen für Kohle

Bei verschiedenen Ansprechpartnern wurden Informationen zu Lagerflächen von Kohle erfragt. Die nachfolgenden Steckbriefe wurden aus Daten des Fachinformationssystems Altlasten des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg erstellt. Aus den dort vorhandenen Datensätzen wurden 345 Flächen herausgefiltert, auf denen nachweislich mit Kohle umgegangen wurde. Von diesen wurden alle bereits sanierten Altstandort und Altablagerungen aussortiert. Von den verbleibenden 279 Flächen wurden Flächen ausgewählt, die ausschließlich zum Lagern, Handeln und Umschlagen von Kohle genutzt worden sind. Anschließend wurden Flächen deren Größe mit kleiner als 100 m² angegeben war ausgeschlossen. Übrig blieben 38 Flächen, für die beim Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz die ausführlichen Beschreibungen angefordert wurden. Anhand

derer konnten Flächen ausgesondert werden, die durch bodenbeeinflussende Sekundärkontaminationen belastet sind. Außerdem wurden anhand von Luftbildern versiegelte Flächen verworfen. Die verbleibenden fünf Lagerflächen für Kohle wurden in den Flächensteckbriefen L1-L5 dargestellt. Anhand der Luftbilder ist klar erkennbar, dass Bereiche zur Ausweisung von Vergleichsflächen auf dem gleichen Grundstück bzw. auf Nachbargrundstücken zur Verfügung stehen.

Tabelle 3: Lagerfläche für Kohle L1

Flächenkennung	L1, 0220609744 (Altlastenkataster)	
Flächentyp	x Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Kulturbrache / Altlastverdächtige Fläche-Altablagerung	
Nutzung vormalig	Lager für Kohle	
Bodenart / - formengesell- schaft	SI2; 57, überwiegend Braunerden, z. T. vergleht und verbreitet Gley-Braunerden und Braunerde-Gleye aus Lehmsand über Schmelzwassersand; gering verbreitet verglehte Braunerden und Gley-Braunerden aus Sand über Lehmsand, z. T. Carbonatlehmsand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,3 nach DWD Angermünde (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 532,1 nach DWD Angermünde (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	verbreitet niedriger Grundwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	durch Lagerung von Kohle	
Zeitraum des Koh- leeintrags	relevante Betriebszeit nicht definiert	
Art der eingetra- genen Kohle	fossile Kohle	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	nicht definiert	


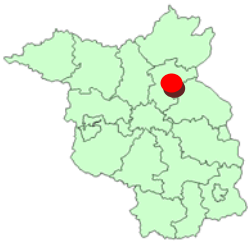
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3419101 Y: 5858866
Landkreis	Barnim
Gemeinde	16230 Britz
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Bodenschutzamt Landkreis Barnim Tel.: +49 3334/ 214-1502 E-Mail: bodenschutzamt@kvbarnim.de
Informationsquelle	Altlastenkataster des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 4: Lagerfläche für Kohle L2

Flächenkennung	L2, 0220609766 (Altlastenkataster)	
Flächentyp	x Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Kulturbrache / Altlastverdächtige Fläche-Altablagerung	
Nutzung vormalig	Lager für Kohle	
Bodenart / - formengesell- schaft	keine Angabe; 93, überwiegend Versiegelungsflächen; gering verbreitet Lockersyro- seme und Pararendzinen aus schutt- und grusführendem Kippcarbo- natsand mit Bau- und z. T. Industrieschutt über sehr tiefem Fluss- oder Urstromtalsand; gering verbreitet Braunerde-Hortisole, Kolluvi- sole und Regosole aus grusführendem Kippsand mit Bauschutt über tiefem Fluss- oder Urstromtalsand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,3 nach DWD Angermünde (1961- 1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 532,1 nach DWD Angermünde (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	durch Ablagerung von Kohlengrus	
Zeitraum des Koh- leeintrags	relevante Betriebszeit nicht definiert	
Art der eingetra- genen Kohle	fossile Kohle	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	200 m ²	



Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3418338 Y: 5856277
Landkreis	Barnim
Gemeinde	16225 Eberswalde
Kartenausschnitt	 An aerial photograph showing an industrial or residential area. A red dot is placed on a building or structure in the center of the image. The surrounding area includes roads, parking lots, and various buildings.
Ansprechpartner	Bodenschutzamt Landkreis Barnim Tel.: +49 3334/ 214-1502 E-Mail: bodenschutzamt@kvbarnim.de
Informationsquelle	Altlastenkataster des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 5: Lagerfläche für Kohle L3

Flächenkennung	L3, 0341639340 (Altlastenkataster)	
Flächentyp	x Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Kulturbrache / Altlastverdächtige Fläche-Altstandort	
Nutzung vormalig	Lager für Kohle	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs); 52, vorherrschend Braunerden aus Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Fahlerde-Braunerden und lessivierte Braunerden aus Sand über Lehm	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,4 nach DWD Kyritz (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 540,7 nach DWD Kyritz (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	durch Lagerung von Kohle	
Zeitraum des Koh- leeintrags	relevante Betriebszeit nicht definiert	
Art der eingetra- genen Kohle	fossile Kohle	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	nicht definiert	



Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3323952 Y: 5847270
Landkreis	Havelland
Gemeinde	14728 Gollenberg OT Stölln
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Untere Abfallwirtschafts- und Bodenschutzbehörde Landkreis Havelland Tel.: +49 3321/ 403 -5438 E-Mail: Kathrin.Brandt@havelland.de
Informationsquelle	Altlastenkataster des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 6: Lagerfläche für Kohle L4

Flächenkennung	L4, 0341639341 (Altlastenkataster)	
Flächentyp	x Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Altlastverdächtige Fläche-Altstandort	
Nutzung vormalig	Lager für Kohle	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs); 52, vorherrschend Braunerden aus Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Fahlerde-Braunerden und lessivierte Braunerden aus Sand über Lehm	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,4 nach DWD Kyritz (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 540,7 nach DWD Kyritz (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	Vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	durch Lagerung von Kohle	
Zeitraum des Koh- leeintrags	relevante Betriebszeit nicht definiert	
Art der eingetra- genen Kohle	fossile Kohle	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	nicht definiert	




Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3323838 Y: 5847257
Landkreis	Havelland
Gemeinde	14728 Gollenberg OT Stölln
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Untere Abfallwirtschafts- und Bodenschutzbehörde Landkreis Havelland Tel.: +49 3321/ 403 -5438 E-Mail: Kathrin.Brandt@havelland.de
Informationsquelle	Altlastenkataster des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 7: Lagerfläche für Kohle L5


Flächenkennung	L5, 0341639346 (Altlastenkataster)	
Flächentyp	x Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Altlastverdächtige Fläche-Altstandort	
Nutzung vormalig	Lager für Kohle	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs); 14, überwiegend vergleyte, podsolige Braunerden und podsolige Gley-Braunerden und gering verbreitet vergleyte Braunerden und Gley-Braunerden aus Sand über Urstromtalsand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,8 nach DWD Brandenburg-Görden (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 555,8 nach DWD Brandenburg-Görden (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	verbreitet mittlerer Grundwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	durch Lagerung von Kohle	
Zeitraum des Koh- leeintrags	relevante Betriebszeit nicht definiert	
Art der eingetra- genen Kohle	fossile Kohle	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	300 m ²	

Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3320077 Y: 5831349
Landkreis	Havelland
Gemeinde	14712 Rathenow
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Untere Abfallwirtschafts- und Bodenschutzbehörde Landkreis Havelland Tel.: +49 3321/ 403 -5438 E-Mail: Kathrin.Brandt@havelland.de
Informationsquelle	Altlastenkataster des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

3.2.2 Waldbrandflächen

Auf der Suche nach Informationen zu geeigneten Brandflächen wurde die Webseite der Eberswalder Feuerwehr ausgewertet und eine Befragung mit Brandoberinspektor Colberg durchgeführt. Weiterhin wurde Kontakt zum Brandenburgischen Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) aufgenommen, das ein landesweites Kataster zu Waldbrandereignissen führt. Das LFE stellte für das Vorhaben Waldbranddaten der Jahre 2005 bis 2012 zur Verfügung. Davor aufgetretene Waldbranddaten kamen für die Flächenrecherche nicht in Frage, da die Brände erst ab 2005 mit Koordinaten erfasst werden. Bei der Auswahl der Flächen wurden die vorhandenen Daten auf Hinweise ausgewertet, die auf einen nennenswerten Eintrag von Kohle in den Boden deuten (z. B. Länge des Brandes, Größe der Brandfläche) und eine konkrete Lokalisierbarkeit ermöglichen. Aus dem Gesamtdatenbestand wurden 1839 Waldbrandflächen ausgesondert, die kleiner als ein Hektar waren. Von den 145 verbleibenden Bränden wurden 115 bereits am Tag der Brandentstehung wieder gelöscht und fielen daher für die weitere Betrachtung weg. Aus den übrig gebliebenen Datensätzen wurden fünf Waldbrandflächen aus unterschiedlichen Jahren ausgewählt und in den Steckbriefen W1-W5 auf der Grundlage von Daten der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg dargestellt. Als Vergleichsflächen können in der Nähe der Versuchsflächen vor Ort ausgewiesen werden. Dies wird unter Ausschluss der durch die Ausgangsdaten bekannten Brandflächen geschehen. Gegebenen Falls kann für ältere Brände im Revier auf das Zeitzeugenwissen des zuständigen Försters zurückgegriffen werden.

Tabelle 8: Waldbrandfläche W1

Flächenkennung	W1	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle x Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, gemeine Kiefer	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	Waldbrand	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. - 25.07.2006	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle, entstanden bei Waldbrand	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	3,16 ha	

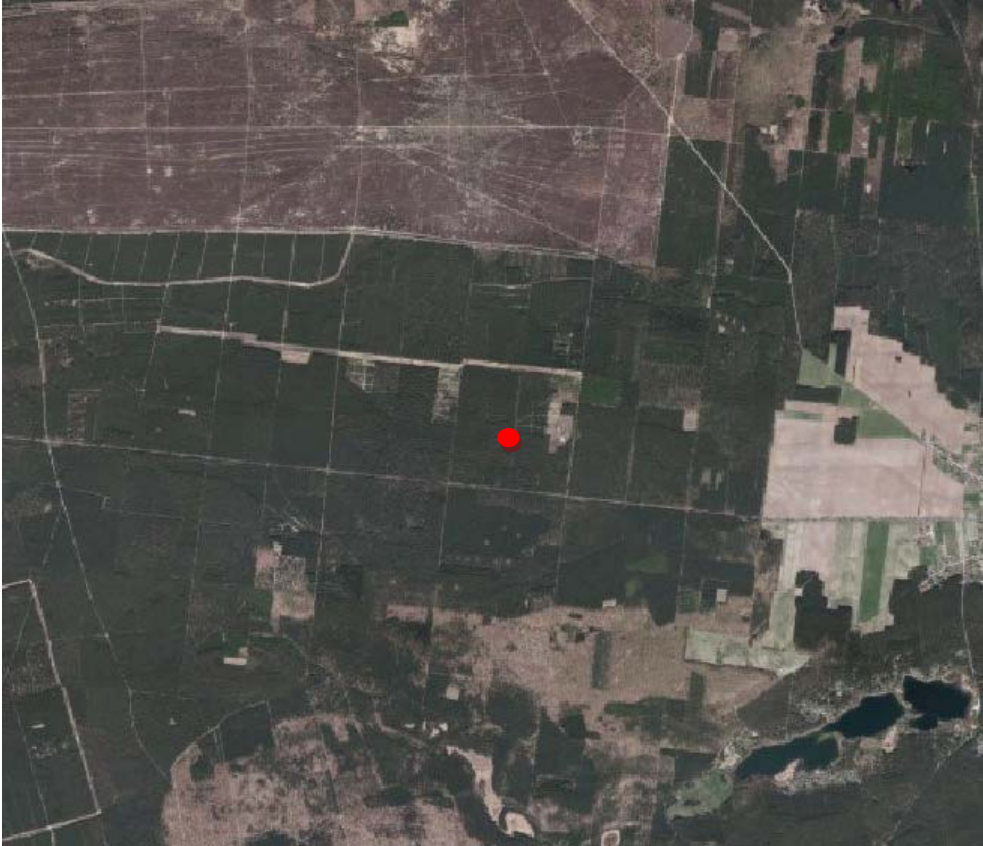

Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3464761,375 Y: 5759369,25
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03172 Schenkendöbern OT Pinnow
Kartenausschnitt	 An aerial photograph showing a rural landscape with a grid of fields and some buildings. A red dot is placed in the center of the image, marking a specific location. The terrain appears to be a mix of agricultural fields and wooded areas.
Ansprechpartner	Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Matthias Wenk, Tel. 03334 65112
Informationsquelle	Darstellung auf der Grundlage von Daten der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 9: Waldbrandfläche W2

Flächenkennung	W2	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle x Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, gemeine Birke, Sand-Birke	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesellschaft	Ss (fSms) 27, überwiegend Humusgleye und gering verbreitet Anmoorgleye aus Flusssand; verbreitet Erdniedermoore aus Torf über Flusssand; selten Moorgleye aus flachem Torf über Flusssand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 nach DWD Doberlug-Kirchhain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 559,8 nach DWD Doberlug-Kirchhain (1961-1990)	
Grundwasserabstand < 1m	vorherrschend hoher Grundwasserstand	
Form des Kohleintrags	Waldbrand	
Zeitraum des Kohleintrags	22. – 23.04.2007	
Art der eingetragenen Kohle	Holzkohle, entstanden bei Waldbrand	
Menge des Kohleintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	1 ha	

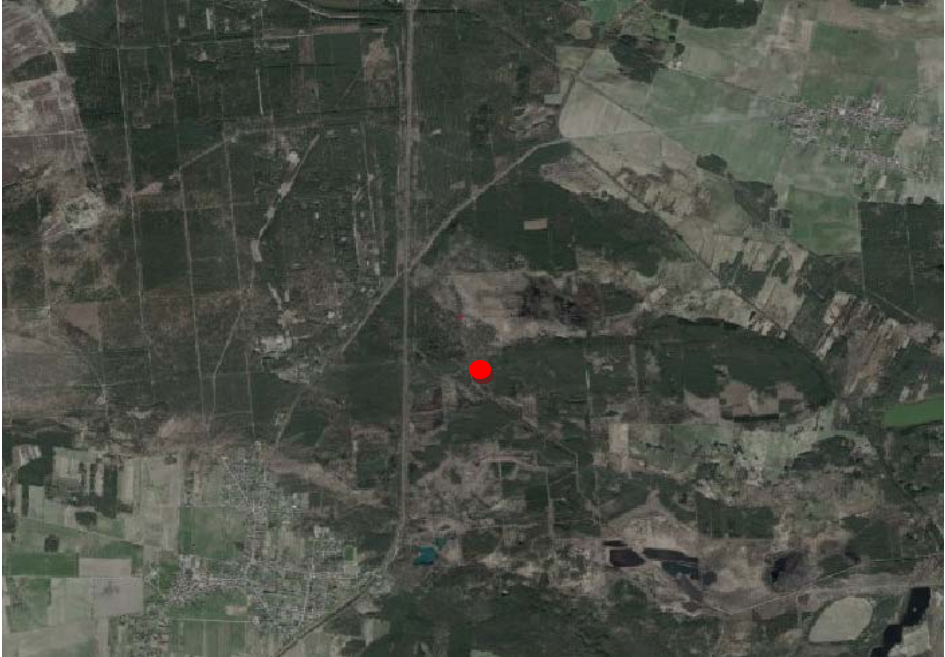
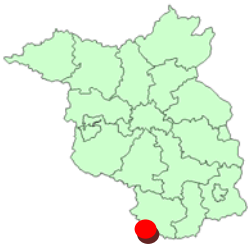
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3401643,625 Y: 5708413
Landkreis	Elbe-Elster
Gemeinde	04934 Hohenleipisch
Kartenausschnitt	 An aerial photograph showing a rural landscape with a mix of green fields, brownish soil, and some buildings. A red dot is placed in the center-right area of the image, indicating a specific location. The terrain appears to be a mix of agricultural land and forested areas.
Ansprechpartner	Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Matthias Wenk, Tel. 03334 65112
Informationsquelle	Darstellung auf der Grundlage von Daten der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 10: Waldbrandfläche W3

Flächenkennung	W3	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle x Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, gemeine Kiefer	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (fSms) 14, überwiegend vergleyte, podsolige Braunerden und podsolige Gley-Braunerden und gering verbreitet vergleyte Braunerden und Gley-Braunerden aus Sand über Urstromtalsand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 nach DWD Doberlug-Kirchhain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 559,8 nach DWD Doberlug-Kirchhain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	verbreitet mittlerer Grundwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	Waldbrand	
Zeitraum des Koh- leeintrags	10. – 11.06.2008	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle, entstanden bei Waldbrand	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	1,25 ha	


Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3376051,157 Y: 5710613,75
Landkreis	Elbe-Elster
Gemeinde	04895 Mühlberg/Elbe OT Koßdorf
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Matthias Wenk, Tel. 03334 65112
Informationsquelle	Darstellung auf der Grundlage von Daten der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 11: Waldbrandfläche W4

Flächenkennung	W4	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle x Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, gemeine Kiefer	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Sl2 68, überwiegend Pseudogley-Fahlerden und Fahlerde-Pseudogleye aus Sand oder Lehmsand über Lehm, z. T. Moränencarbonatlehm; verbreitet Pseudogleye aus Lehmsand über Lehm, z. T. Moränencarbonatlehm; gering verbreitet Braunerden, meist lessiviert aus Sand oder Lehmsand über Schmelzwassersand; selten Gley-Pseudogleye und Pseudogley-Gleye aus Sand über Lehm, z. T. über Moränencarbonatlehm	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 nach DWD Doberlug-Kirchhain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 559,8 nach DWD Doberlug-Kirchhain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	überwiegend geringer Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	Waldbrand	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. - 21.07.2010	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle, entstanden bei Waldbrand	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	1 ha	

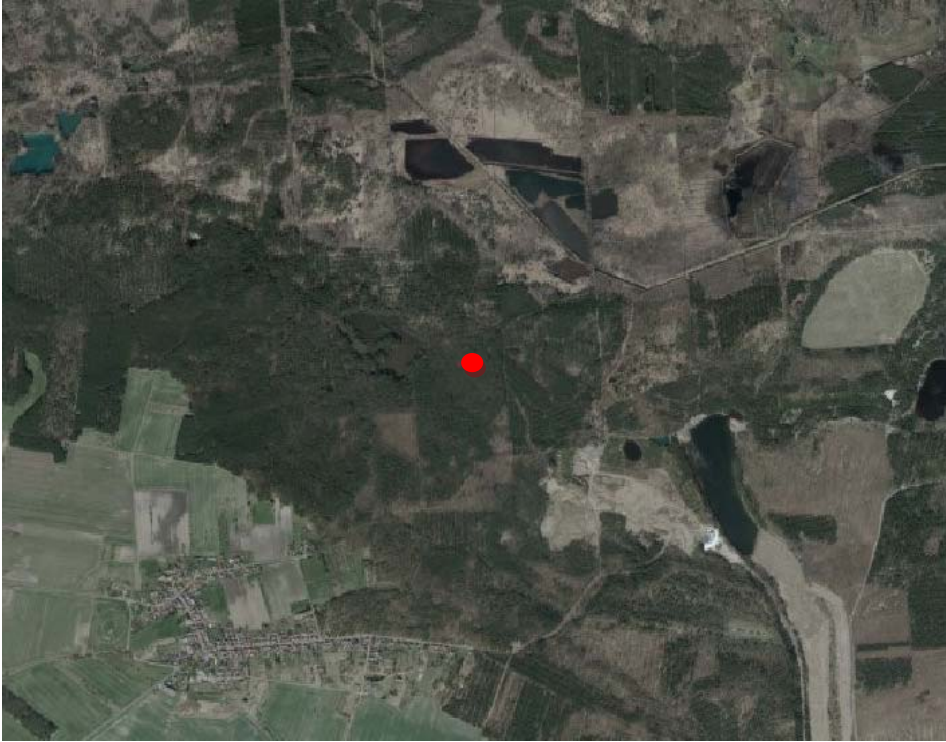


Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3403045,375 Y: 5705499,25
Landkreis	Elbe-Elster
Gemeinde	04928 Plessa OT Döllingen
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Matthias Wenk, Tel. 03334 65112
Informationsquelle	Darstellung auf der Grundlage von Daten der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 12: Waldbrandfläche W5

Flächenkennung	W5	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle x Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Traubeneiche	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	Waldbrand	
Zeitraum des Koh- leeintrags	16. - 21.07.2011	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle, entstanden bei Waldbrand	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	2 ha	


Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 3463920,125 Y: 5759463
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03172 Schenkendöbern OT Pinnow
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Matthias Wenk, Tel. 03334 65112
Informationsquelle	Darstellung auf der Grundlage von Daten der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

3.2.3 Köhlerflächen

Im Rahmen der Informationssammlung zu Köhlerflächen wurden 30 Ansprechpartner angeschrieben und um Mithilfe gebeten. Darunter waren zahlreiche Museen, deren Ausstellungen teilweise holzkohleverwendende Gewerke behandeln, das Brandenburgische Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum (BLDAM) sowie weitere Personen und Institutionen. Den Hinweisen zu alten Köhlerstellen, die sich aus den Rückmeldungen ergaben wurde einzeln nachgegangen, oft ließen sich jedoch die Köhlerstellen nicht konkret lokalisieren.

Aus dem anfänglichen Kontakt mit dem Ortsarchiv des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum (BLDAM) ergab sich der Hinweis auf das Referat Braunkohlenarchäologie. Durch die archäologischen Untersuchungen im Vorfeld des Braunkohletagebaus war es dem BLDAM möglich, genaue Koordinaten von sechs dort vorgefundenen Holzkohlemeilern zur Verfügung zu stellen. Gemeinsam mit weiteren Daten zu den Flächen vom BLDAM konnte die Erstellung der Flächensteckbriefen K1-K6 erfolgen. Alle beschriebenen Flächen liegen im Jänschwalder Forst und wurden durch die traditionelle Holzkohleherstellung im 19. Jahrhundert mit rezenter Pflanzenkohle versetzt. Nach Aussagen des Leiters des Referats Braunkohlenarchäologie, Herrn Dr. Bönisch, stehen im direkten Umfeld zu den Meilern Gebiete für die Ausweisung von Vergleichsflächen zur Verfügung.

Tabelle 13: Köhlerfläche K1

Flächenkennung	K1	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche x Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forst, mit Kiefer bewachsen; bergbauliche Inanspruchnahme soll ca. 2020 erfolgen	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein	
Form des Kohle- eintrags	Köhlerei	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. Jh.	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle aus Holzkohlemeiler	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	126 m ² (r= 6,33m)	




Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 470384 Y: 5747878 Original: Gauß-Krüger (RD83): X: 5470508 Y: 5749733
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03197 Jänschwalde OT Jänschwalde-Ost
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Vattenfall
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Dr. Eberhard Bönisch, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
Projekte	Archäologische Untersuchungen im zukünftigen Abbaugelände des Braunkohletagebaus Jänschwalde durch das BLDAM
Veröffentlichungen	-

Tabelle 14: Köhlerfläche K2

Flächenkennung	K2	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche x Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Kiefer; bergbauliche Inanspruchnahme soll ca. 2020 erfolgen	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein	
Form des Kohle- eintrags	Köhlerei	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. Jh.	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle aus Holzkohlemeiler	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	113 m ² (r= 6 m)	

Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 470374 Y: 5747772 Original: Gauß-Krüger (RD83): X: 5470498 Y: 5749627
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03197 Jänschwalde OT Jänschwalde-Ost
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Vattenfall
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Dr. Eberhard Bönisch, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
Projekte	Archäologische Untersuchungen im zukünftigen Abbaugelände des Braunkohletagebaus Jänschwalde durch das BLDAM
Veröffentlichungen	-

Tabelle 15: Köhlerfläche K3

Flächenkennung	K3	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche x Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Kiefer; bergbauliche Inanspruchnahme soll ca. 2020 erfolgen	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein	
Form des Kohle- eintrags	Köhlerei	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. Jh.	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle aus Holzkohlemeiler	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	105 m ² (r= 5,78 m)	



Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 470465 Y: 5747811 Original: Gauß-Krüger (RD83): X: 5470589 Y: 5749666
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03197 Jänschwalde OT Jänschwalde-Ost
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Vattenfall
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Dr. Eberhard Bönisch, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
Projekte	Archäologische Untersuchungen im zukünftigen Abbaugelände des Braunkohletagebaus Jänschwalde durch das BLDAM
Veröffentlichungen	-

Tabelle 16: Köhlerfläche K4

Flächenkennung	K4	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche x Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Kiefer; bergbauliche Inanspruchnahme soll ca. 2020 erfolgen	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein	
Form des Kohle- eintrags	Köhlerei	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. Jh.	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle aus Holzkohlemeiler	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	81 m ² (r= 5,09 m)	




Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 470468 Y: 5747731 Original: Gauß-Krüger (RD83): X: 5470592 Y: 5749586
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03197 Jänschwalde OT Jänschwalde-Ost
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Vattenfall
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Dr. Eberhard Bönisch, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
Projekte	Archäologische Untersuchungen im zukünftigen Abbaugelände des Braunkohletagebaus Jänschwalde durch das BLDAM
Veröffentlichungen	-


Tabelle 17: Köhlerfläche K5

Flächenkennung	K5	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche x Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Kiefer; bergbauliche Inanspruchnahme soll ca. 2020 erfolgen	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein	
Form des Kohle- eintrags	Köhlerei	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. Jh.	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle aus Holzkohlemeiler	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	96 m ² (r= 5,53 m)	

Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 470577 Y: 5747867 Original: Gauß-Krüger (RD83): X: 5470701 Y: 5749722
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03197 Jänschwalde OT Jänschwalde-Ost
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Vattenfall
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Dr. Eberhard Bönisch, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
Projekte	Archäologische Untersuchungen im zukünftigen Abbaugelände des Braunkohletagebaus Jänschwalde durch das BLDAM
Veröffentlichungen	-

Tabelle 18: Köhlerfläche K6

Flächenkennung	K6	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche x Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Kiefer; bergbauliche Inanspruchnahme soll ca. 2020 erfolgen	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart / - formengesell- schaft	Ss (mSfs) 43, podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden überwiegend aus Sand über Schmelzwassersand und gering verbreitet aus kiesführendem Sand über Schmelzwassersand; gering verbreitet Podsole und Braunerde-Podsole aus Sand über Schmelzwassersand; selten lessivierte Braunerden aus Sand über Lehmsand oder Lehm sowie vergleyte Braunerden aus Sand über Urstromtal- oder Schmelzwassersand	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,9 nach DWD Cottbus (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 563 nach DWD Cottbus (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein	
Form des Kohle- eintrags	Köhlerei	
Zeitraum des Koh- leeintrags	19. Jh.	
Art der eingetra- genen Kohle	Holzkohle aus Holzkohlemeiler	
Menge des Koh- leneintrags	keine Angabe	
Größe der Fläche	128 m ² (r= 6,39 m)	


Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 470683 Y: 5747824 Original: Gauß-Krüger (RD83): X: 5470807 Y: 5749679
Landkreis	Spree-Neiße
Gemeinde	03197 Jänschwalde OT Jänschwalde-Ost
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Vattenfall
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Dr. Eberhard Bönisch, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum
Projekte	Archäologische Untersuchungen im zukünftigen Abbaugelände des Braunkohletagebaus Jänschwalde durch das BLDAM
Veröffentlichungen	-

3.2.4 Rekultivierungsflächen Braunkohletagebau

Um Informationen zu geeigneten Rekultivierungsflächen des Braunkohletagebaus zu erhalten wurden sowohl das Brandenburgische Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe in Cottbus als auch das Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften in Finsterwalde (FIB) angeschrieben.

Im FIB lagen die für dieses Projekt benötigten Daten für einige Flächen vor. Das FIB hat daraufhin die Informationen für die Steckbriefe R1 - R6 zur Verfügung gestellt. Die Flächen liegen im Lausitzer Braunkohlerevier. Dabei werden die Flächen R1, R2, R4 und R6 forstwirtschaftlich genutzt und sind mit Gemeiner Kiefer (*Pinus sylvestris*) bzw. Roteiche (*Quercus robur*) bestockt. Landwirtschaftliche Nutzung in Form von Dauergrünland erfahren die Flächen R3 und R5. Der Anteil der Kohle in den ausgewählten Böden liegt bei mindestens 1,0 und höchstens 7,8 Masse-%. Kohlefreie Vergleichsflächen zu den Rekultivierungsflächen der Braunkohletagebaue können anhand der am FIB vorhandenen Daten bestimmt werden.

Tabelle 19: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R1

Flächenkennung	R1, Ehemaliger Tagebau Domsdorf - Kiefer (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche x Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Gemeine Kiefer	
Nutzung vormalig	Rohkippe (vegetationsfrei)	
Bodenart /-typ	lithogen, mittel bis stark kohlehaltiges Kippsubstrat, Kipp-Kohlelehmsand (Lehmiger Sand (SI2 bis SI3))	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 (1961-1990) nach DWD Doberlug-Kirchain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 621 nach DWD Doberlug-Kirchain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein, (Grundwasserflurabstand >5 m u. GOK)	
Form des Kohle- eintrags	braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Domsdorf	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Verkipfung ca. 1946, Aufforstung 1965	
Art der eingetra- genen Kohle	Braunkohle, Lignit	
Menge des Koh- leneintrags	C _t 1,9 - 7,8 M.-%	
Größe der Fläche	ca. 2 ha	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 392523 Y: 5714600	
Landkreis	Elbe-Elster	

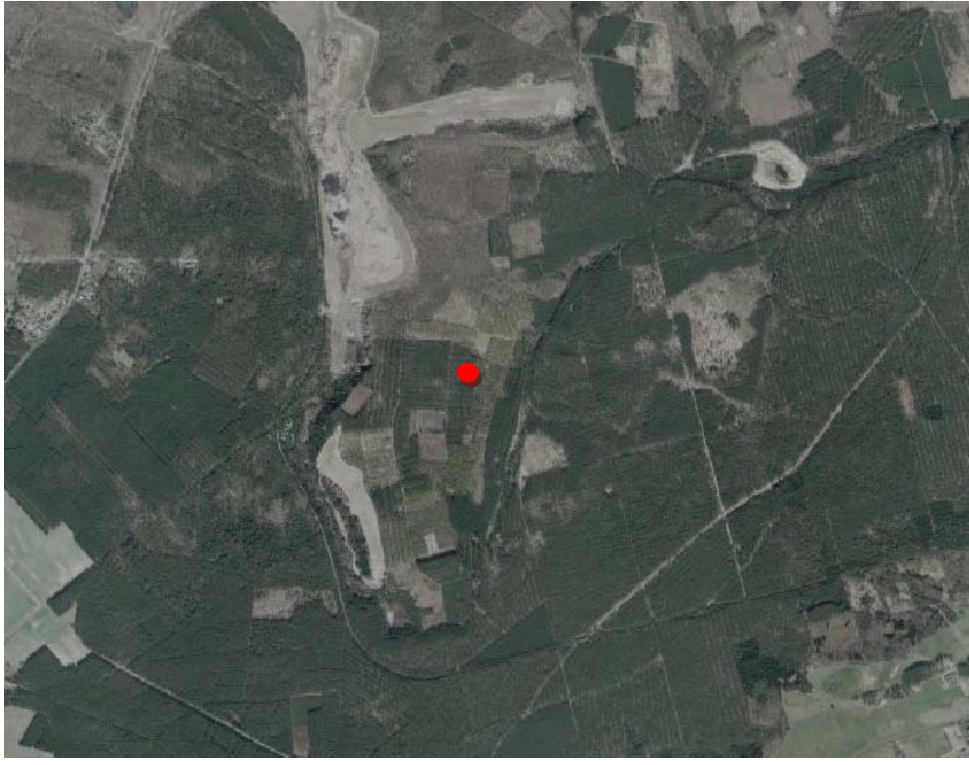

Gemeinde	03253 Tröbitz
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Dirk Knoche, Tel. 03531 790716
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	-
Veröffentlichungen	<p>Knoche, D., Schaaf, W., Embacher, A., Faß, H.-J., Gast, M., Scherzer, J., Wilden, R., 1999: Wasser- und Stoffdynamik von Waldökosystemen auf schwefelsauren Kippsubstraten des Braunkohlebergbaus im Lausitzer Revier. In: Hüttl, R.F., Klem, D., Weber, E. (Hrsg.), 1999: Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften - Das Beispiel des Lausitzer Braunkohlereviers. De Gruyter, Berlin, New York, 45-71.</p> <p>Gast, M., Schaaf, W., Wilden, R., Schneider, B.U., Hüttl, R.F., 2001: Element budgets of pine stands on lignite and pyrite containing mine soils. J. Geochem. Explo. 73, 63-74.</p>

Tabelle 20: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R2

Flächenkennung	R2, Ehemaliger Tagebau Domsdorf - Roteiche (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche x Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Roteiche	
Nutzung vormalig	Rohkippe (vegetationsfrei)	
Bodenart /-typ	lithogen, stark kohlehaltiges Kippsubstrat, Kipp-Kohlelehmsand (Lehmiger Sand (SI2 bis SI3))	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 (1961-1990) nach DWD Doberlug- Kirchain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 621 nach DWD Doberlug- Kirchain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein, (Grundwasserflurabstand >5 m u. GOK)	
Form des Kohle- eintrags	braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Domsdorf	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Verkipfung ca. 1946, Aufforstung 1962	
Art der eingetra- genen Kohle	Braunkohle, Lignit	
Menge des Koh- leneintrags	C _t 4,6 - 7,6 M.-%	
Größe der Fläche	ca. 1 ha	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 392457 Y: 5715240	



Landkreis	Elbe-Elster
Gemeinde	03253 Tröbitz
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Dirk Knoche, Tel. 03531 790716
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	-
Veröffentlichungen	<p>Katzur, J., Böcker, L., Knoche, D., Mertzig, C.-C., 1999: Untersuchungen zur Optimierung der Meliorationstiefe für die forstliche Rekultivierung schwefelsaurer Kippenböden. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 33, 4, 172-179.</p> <p>Knoche, D., Embacher, A., Katzur, J., 2000: Wasser- und Stoffhaushaltsdynamik einer Eichenchronosequenz auf stark kohle- und schwefelhaltigen Kippsubstraten des Braunkohlebergbaus der Niederlausitz. In: Hüttl, R.F., Weber, E., Klem, D., (Hrsg.), 2000: Ökologisches Entwicklungspotential der Bergbaufolgelandschaften im Niederlausitzer Braunkohlerevier. Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 55-72.</p> <p>Knoche, D., Embacher, A., Katzur, J., 2002: Water and element fluxes of red oak ecosystems during stand development on post-mining sites (Lusatian lignite district). Water, Air, and Soil Pollution. 141, 219-231.</p>

Tabelle 21: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R3

Flächenkennung	R3, Ehemaliger Tagebau Koyne - FIB Lysimeterstation (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche x Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Landwirtschaft, Dauergrünland	
Nutzung vormalig	Rohkippe (vegetationsfrei)	
Bodenart /-typ	lithogen, mittel bis stark kohlehaltiges Kippsubstrat, Kipp-Kohlelehmsand (Lehmiger Sand (SI2 bis SI3))	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 (1961-1990) nach DWD Doberlug-Kirchain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 621 nach DWD Doberlug-Kirchain (1961-1990)	
Grundwasserabstand < 1m	nein, (Grundwasserflurabstand >5 m u. GOK)	
Form des Kohleintrags	braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Koyne	
Zeitraum des Kohleintrags	Verkipfung ca. 1958	
Art der eingetragenen Kohle	Braunkohle, Lignit	
Menge des Kohleintrags	C _t 1,7 - 6,8 M.-%	
Größe der Fläche	ca. 2 ha	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 411347 Y: 5708074	



Landkreis	Oberspreewald-Lausitz
Gemeinde	01979 Lauchhammer OT Grünewalde
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Dirk Knoche, Tel. 03531 790716
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 22: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R4

Flächenkennung	R4, Ehemaliger Tagebau Kleinleipisch - Kiefer (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche x Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Gemeine Kiefer	
Nutzung vormalig	Rohkippe (vegetationsfrei)	
Bodenart /-typ	lithogen, mittel kohlehaltiges Kippsubstrat, Kipp-Kohlelehmsand (Lehmiger Sand (SI2 bis SI3))	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 (1961-1990) nach DWD Doberlug- Kirchain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 621 nach DWD Doberlug- Kirchain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein, (Grundwasserflurabstand >5 m u. GOK)	
Form des Kohle- eintrags	braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Kleinleipisch	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Verkipfung ca. 1970, Aufforstung 1974	
Art der eingetra- genen Kohle	Braunkohle, Lignit	
Menge des Koh- leneintrags	C _t 1,2 - 3,1 M.-%	
Größe der Fläche	ca. 2 ha	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 413993 Y: 5710327	

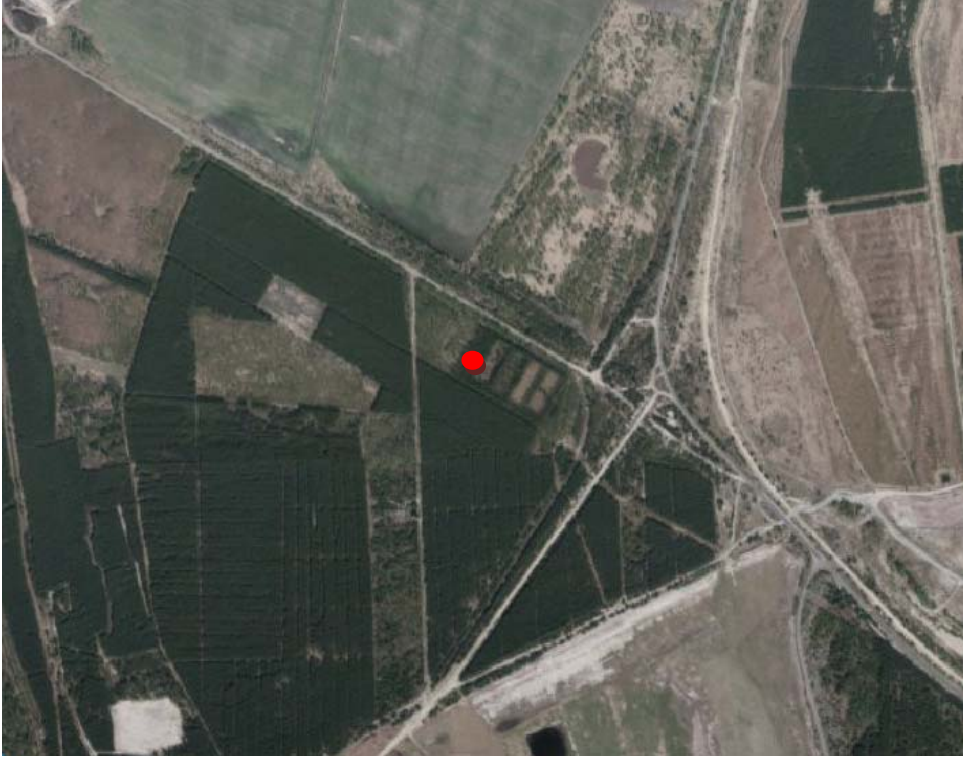
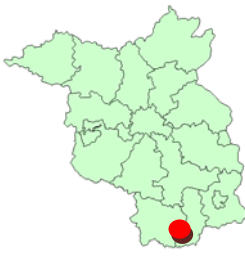
Landkreis	Oberspreewald-Lausitz
Gemeinde	01979 Lauchhammer OT Lauchhammer-Nord
Kartenausschnitt	 <p>The image is an aerial photograph showing a rural landscape. It features a mix of green fields, brownish soil, and some structures. A red dot is placed on a small, dark, rectangular area in the center-right of the image, likely indicating the location of the study site.</p>
Ansprechpartner	Dr. Dirk Knoche, Tel. 03531 790716
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	-
Veröffentlichungen	Katzur, J., Böcker, L., Knoche, D., Mertzig, C.-C., 1999: Untersuchungen zur Optimierung der Meliorationstiefe für die forstliche Rekultivierung schwefelsaurer Kippenböden. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 33, 4, 172-179.

Tabelle 23: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R5

Flächenkennung	R5, Ehemaliger Tagebau Kleinleipisch - LN (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche x Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Landwirtschaft, Dauergrünland	
Nutzung vormalig	Rohkippe (vegetationsfrei)	
Bodenart /-typ	lithogen, mittel kohlehaltiges Kippsubstrat, Kipp-Kohlelehmsand (Lehmiger Sand (SI2 bis SI3))	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 (1961-1990) nach DWD Doberlug-Kirchain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 621 nach DWD Doberlug-Kirchain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein, (Grundwasserflurabstand >5 m u. GOK)	
Form des Kohle- eintrags	braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Kleinleipisch	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Verkipfung ca. 1970	
Art der eingetra- genen Kohle	Braunkohle, Lignit	
Menge des Koh- leneintrags	C _t 1 - 3 M.-%	
Größe der Fläche	ca. 30 ha	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 413837 Y: 5710837	
Landkreis	Oberspreewald-Lausitz	

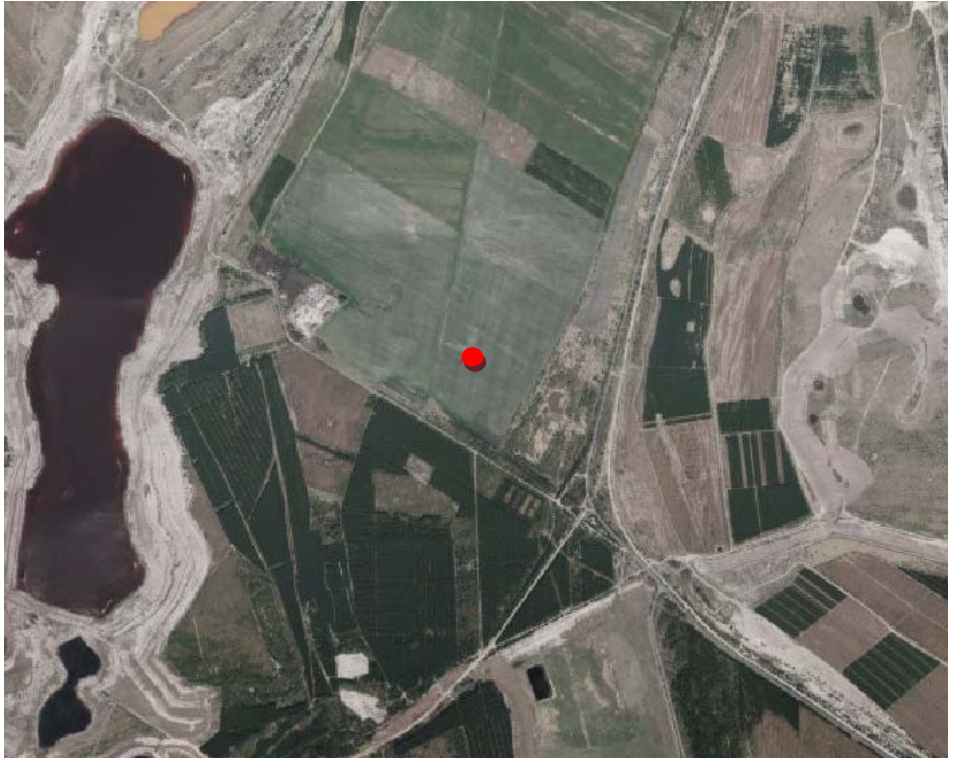

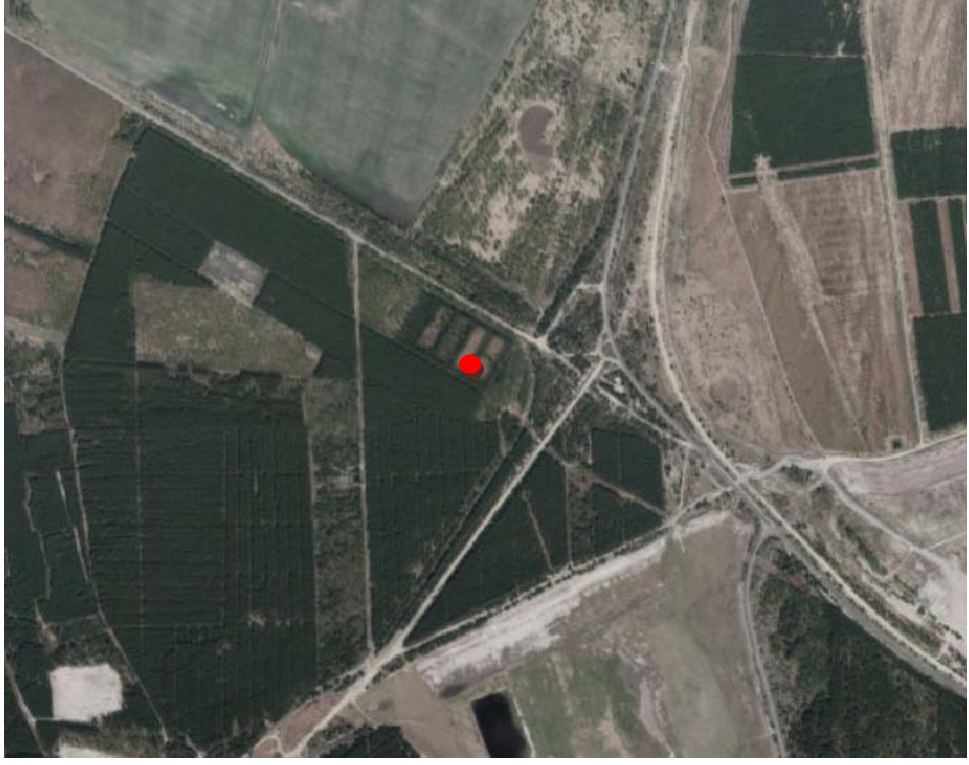
Gemeinde	01979 Lauchhammer OT Lauchhammer-Nord
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Dirk Knoche, Tel. 03531 790716
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	-
Veröffentlichungen	-

Tabelle 24: Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau R6


Flächenkennung	R6, Ehemaliger Tagebau Kleinleipisch - Roteiche (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche x Rekultivierungsfläche Braunkohletagebau Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Forstwirtschaft, Roteiche	
Nutzung vormalig	Rohkippe (vegetationsfrei)	
Bodenart /-typ	lithogen, mittel kohlehaltiges Kippsubstrat, Kipp-Kohlelehmsand (Lehmiger Sand (SI2 bis SI3))	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 (1961-1990) nach DWD Doberlug- Kirchain (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 621 nach DWD Doberlug- Kirchain (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	nein, (Grundwasserflurabstand >5 m u. GOK)	
Form des Kohle- eintrags	braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Kleinleipisch	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Verkipfung ca. 1970, Aufforstung 1974	
Art der eingetra- genen Kohle	Braunkohle, Lignit	
Menge des Koh- leneintrags	C _t 1,4 - 2,7 M.-%	
Größe der Fläche	ca. 2 ha	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 414087 Y: 5710265	

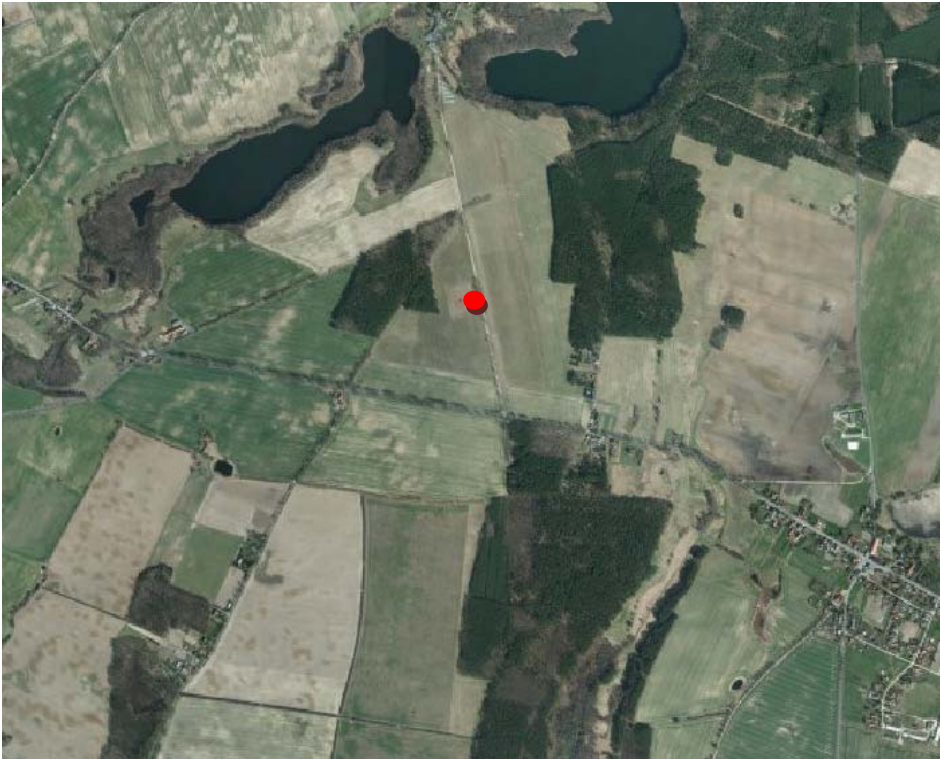
Landkreis	Oberspreewald-Lausitz
Gemeinde	01979 Lauchhammer OT Lauchhammer-Nord
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Dirk Knoche, Tel. 03531 790716
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	-
Veröffentlichungen	Katzur, J., Böcker, L., Knoche, D., Mertzig, C.-C., 1999: Untersuchungen zur Optimierung der Meliorationstiefe für die forstliche Rekultivierung schwefelsaurer Kippenböden. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 33, 4, 172-179.

3.2.5 Versuchsflächen (Land- und Forstwirtschaft)

In den letzten Jahren wurden auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen einzeln Versuchsflächen im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzenkohle angelegt und gezielt Kohle aufgetragen. In Rahmen der Literaturauswertung wurden Brandenburger Pflanzenkohleprojekte recherchiert und unter Mithilfe der Versuchsausrichter (Hardy Schulz, MLU Halle und Dr. Haubold-Rosar, FIB) beschrieben. Diese wurde in den Steckbriefen V1-V4 aufgenommen. Auf der Versuchsfläche V1 hat der Control-Streifen die Funktion der Vergleichsfläche. Für die Versuchsflächen V2-V4 werden vor Ort in deren Nähe Vergleichsflächen ausgewiesen.

Tabelle 25: Versuchsfläche V1

Flächenkennung	V1	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau x Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	Landwirtschaft, (landwirtschaftliche Versuchsfläche)	
Nutzung vormalig	keine Angaben zu früheren Nutzungsänderungen	
Bodenart /-typ	loamy-sand (IS) / Dystric Cambisol (podsolierte Braunerde)	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 8,5 nach DWD Manschnow (1961-1990) Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 444,9 nach DWD Manschnow (1961-1990)	
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	gezielte Einbringung von Holzkohle zu Versuchszwecken bis zu einer Tiefe von 10 cm	
Zeitraum des Koh- leeintrags	2009	
Art der eingetra- genen Kohle	residues of commercial charcoal production (Holzkohlewerk Lüneburg, Plan 6, 20095 Hamburg)	
Menge des Koh- leneintrags	Control-Streifen: kein Eintrag von Kohle, Compost-Streifen: kein Eintrag von Kohle, 32,5 Mg d.m. ha ⁻¹ com- post, Biochar-Compost-5-Streifen: 32,5 Mg d.m. ha ⁻¹ compost und 5 Mg d.m. ha ⁻¹ biochar, Biochar-Compost-10-Streifen: 32,5 Mg d.m. ha ⁻¹ compost und 10 Mg d.m. ha ⁻¹ biochar, Biochar-Compost-20-Streifen: 32,5 Mg d.m. ha ⁻¹ compost und 20 Mg d.m. ha ⁻¹ biochar	
Größe der Fläche	Versuchsfläche 100 m * 100 m, aufgeteilt in fünf 20 m breite Streifen	

Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 453406 Y: 5806843 Original: geographische: X: 14°26'22.66" E, (14.315014) Y: 52°29'43.35" N, (52.409828)
Landkreis	Märkisch-Oderland
Gemeinde	15306 Lindendorf OT Dolgelin
Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Hardy Schulz (Projektleitung) Martin-Luther-University Halle-Wittenberg Faculty III - Soil Biogeochemistry von-Seckendorff-Platz 3 [H3 Zi. 3.34] 06120 Halle/ Saale Tel.: 0345 55 22 540 E-Mail: hardy.schulz@landw.uni-halle.de
Informationsquelle	Auskunft per E-Mail von Hardy Schulz, genannte Veröffentlichung
Projekte	Landwirtschaftlicher Großversuch Lindendorf in Brandenburg

Veröffentlichun- gen	Jie Liu, Hardy Schulz, Susanne Brandl, Herbert Miehtke, Bernd Huwe & Bruno Glaser: Short-term effect of biochar and compost on soil fertility and water status of a Dystric Cambisol in NE Germany under field conditions, J. Plant Nutr. Soil Sci. 2012, 175, 698–707.
---------------------------------	---

Tabelle 26: Versuchsfläche V2

Flächenkennung	V2, LaTerra, RP2, Site1,Welzow, WEL 1 (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau x Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	landwirtschaftliche Versuchsfläche, Rekultivierungsbeginn 2011	
Nutzung vormalig	Verkipfung 2010, Rekultivierung seit Frühjahr 2011	
Bodenart/-typ	Dumped loamy sand (calcareous), Kipp-Lockersyrosem	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 9,3 Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 576	(Station Cottbus)
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	gezielte Einbringung von Pflanzenkohle zu Versuchszwecken	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Frühjahr 2011	
Art der eingetra- genen Kohle	Pflanzenkohle (Pyrolysekohle)	
Menge des Koh- leneintrags	4,5 bis 18 t TS ha ⁻¹ als Bestandteil von Kompostsubstraten (30 bis 90 t TS ha ⁻¹)	
Größe der Fläche	32 plots à 4,5 m x 12 m	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 449348 Y: 5718569	
Landkreis	Spree-Neiße	
Gemeinde	03119 Welzow	



Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Michael Haubold-Rosar, Tel. 03531 790711
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	LaTerra, Regionalprojekt 2, BMBF FKZ 033L021B
Veröffentlichungen	-

Tabelle 27: Versuchsfläche V3

Flächenkennung	V3, LaTerra, RP2, Site 2, Sedlitz, S 2 (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau x Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	landwirtschaftliche Versuchsfläche	
Nutzung vormalig	Verkipfung ca. 1977, Rekultivierung seit 1978	
Bodenart/-typ	Dumped loamy sand (calcareous), Kipp-Pararendzina	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 9,3 Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 576	(Station Cottbus)
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	Kalk- und Braunkohlehaltiges Kippsubstrat des Tagebaus Sedlitz, gezielte Einbringung von Pflanzenkohle zu Versuchszwecken	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Pflanzenkohle Frühjahr 2011	
Art der eingetra- genen Kohle	Braunkohle, Pflanzenkohle (Pyrolysekohle)	
Menge des Koh- leneintrags	C _t (Braunkohle) des Ausgangssubstrates: 0,6 M.-% Pflanzenkohle-Einsatz: 4,5 bis 18 t TS ha ⁻¹ als Bestandteil von Kom- postsubstraten (30 bis 60 t TS ha ⁻¹)	
Größe der Fläche	24 plots à 4,5 m x 12 m	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 435035 Y: 5712274	
Landkreis	Oberspreewald-Lausitz	
Gemeinde	01968 Senftenberg OT Sedlitz	




Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Michael Haubold-Rosar, Tel. 03531 790711
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	LaTerra, Regionalprojekt 2, BMBF FKZ 033L021B
Veröffentlichungen	-

Tabelle 28: Versuchsfläche V4

Flächenkennung	V4, LaTerra, RP2, Site3, Zinnitz, Z 1 (FIB)	
Flächentyp	Lagerfläche für Kohle Waldbrandfläche Köhlerfläche Rekultivierungsfläche Braunkohlentagebau x Versuchsfläche (Land- und Forstwirtschaft)	
Nutzung aktuell	landwirtschaftliche Versuchsfläche	
Nutzung vormalig	Ackerfläche	
Bodenart/-typ	Natural arable soil, Braunerde	
Klima	Jahresmitteltemperatur [°C]: 9,3 Mittlerer Jahresniederschlag [mm]: 576	(Station Cottbus)
Grundwasser- abstand < 1m	vorherrschend ohne Grund- und Stauwassereinfluss	
Form des Kohle- eintrags	gezielte Einbringung von Pflanzenkohle zu Versuchszwecken	
Zeitraum des Koh- leeintrags	Pflanzenkohle Frühjahr 2011	
Art der eingetra- genen Kohle	Pflanzenkohle (Pyrolysekohle)	
Menge des Koh- leneintrags	4,5 bis 18 t TS ha ⁻¹ als Bestandteil von Kompostsubstraten (30 bis 60 t TS ha ⁻¹)	
Größe der Fläche	24 plots à 4,5 m x 12 m	
Koordinaten	UTM (ETRS89): X: 419821 Y: 5738792	
Landkreis	Oberspreewald-Lausitz	
Gemeinde	03205 Calau OT Zinnitz	

Kartenausschnitt	
Ansprechpartner	Dr. Michael Haubold-Rosar, Tel. 03531 790711
Informationsquelle	Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.
Projekte	LaTerra, Regionalprojekt 2, BMBF FKZ 033L021B
Veröffentlichungen	-

4 Zusammenfassung

Vom Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) wird ein FE-Vorhaben mit dem Ziel gefördert, Untersuchungen über die Wirkungen und die Stabilität von kohlebürtigem Kohlenstoff (Kohle-C) in Böden im Vergleich zum huminstoffbürtigen Kohlenstoff (Huminstoff-C) durchzuführen.

In der ersten Projektphase (Flächenauswahl), mit der die Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde beauftragt wurde, gelang es, in der Region Brandenburg grundwasserferne Böden, die aufgrund vorliegender Informationen für eine vergleichende Untersuchung der Stabilität von Kohle-C und Huminstoff-C geeignet scheinen, zu identifizieren.

Zuerst wurde in Kapitel 2 der Wissensstand zu Wirkungen von Pflanzenkohle und die aktuell betriebenen Projekt in Brandenburg beschrieben und tabellarisch zusammengestellt.

Aus unterschiedlichen Untersuchungen zeigt sich, dass Herkunft bzw. Herstellungsverfahren von Pflanzenkohlen, bedeutend für die Stabilität und somit der langfristigen CO₂-Sequestrierung ist. Vor allem HTC-Kohlen weisen eine hohe Variabilität bei der Herstellung auf, die sich auch in der Wirkung auf Pflanze und Boden widerspiegelt. Während bei HTC-Kohle-Applikation in Böden teilweise Aktivitäts- und Wachstumshemmungen an Organismen beobachtet werden, werden der Nutzung von pyrolytischen Kohlen vermehrt positive Wirkungen zugeschrieben. Maßgeblich für die positiven Effekte ist die Aktivierung der Pflanzenkohle, da ohne eine vorherige Aufladung oder Co-Kompostierung mit stickstoffhaltigem Material auch bei der pyrolytischen Kohle Keim- und Wachstumshemmungen zu beobachten sind.

Im weiteren Verlauf des Vorhabens wurden geeignete Flächen nach fünf Eintrags- und Nutzungskategorien gesucht und ausgewiesen. Bei Lagerflächen für Kohle (Kategorie L) wurde fossile Pflanzenkohle durch Lagerung auf der Fläche eingetragen. Bei Waldbrandflächen (Kategorie W) wurde rezente Pflanzenkohle in Folge eines Waldbrandes eingetragen. Bei Köhlerflächen (Kategorie K) geschah der Eintrag der Pflanzenkohle durch traditionelle Holzkohleproduktion in Meilern. Fossile Pflanzenkohle wurde auf den Rekultivierungsflächen der Braunkohletagebaue (Kategorie R) über das Kippsubstrat, das Braunkohlebeimischungen aus dem Abbau enthält, eingetragen. Zum Schluss werden als Versuchsflächen (Kategorie V) Flächen aufgenommen, in die innerhalb der letzten Jahre gezielt Pflanzenkohle eingebracht wurde, um in wissenschaftlichen Studien deren Wirkung zu untersuchen.

Als Datenquellen dienten das Fachinformationssystem Altlasten des LUGV für Lagerflächen für Kohle, das landesweite Kataster für Waldbrandflächen der LFE, archäologische Untersuchungsergebnisse des BLDAM zu Köhlerstellen im Vorfeld des Braunkohlentagebaus, Kartierungs- und Untersuchungsdaten von Braunkohlenrekultivierungsflächen, zusammengestellt durch das FIB sowie Daten der Versuchsausrichter zu Versuchsflächen.

Aus vorhandenen Datenquellen wurden die geeigneten Flächen anhand verschiedener Selektions- und Bewertungsschritte hinsichtlich ihrer Eignung als Untersuchungsfläche ausgesucht und detailliert über Flächensteckbriefe beschrieben (Kapitel 3).

Im Ergebnis konnten sieben Lagerflächen für Kohle, fünf Waldbrandflächen, sechs Köhlerflächen, fünf Rekultivierungsflächen und vier Versuchsflächen identifiziert und mit Steckbriefen beschrieben werden.

5 Ausblick

Für Pflanzenkohle werden vielfältige Einsatzgebiete beschrieben. Hierzu zählen landwirtschaftliche und industrielle Einsatzgebiete wie die landwirtschaftlichen Bodenverbesserung, die Energieproduktion, die Abfallentsorgung, die Dekontamination belasteter Böden, sowie Strategien im Einsatz gegen den Klimawandel. Die Möglichkeit der längerfristigen Festlegung von CO₂ (Sequestrierung) hat Wissenschaftler und Praktiker in den letzten Jahren beflügelt, sich intensiv mit Pflanzenkohle und Endprodukten anderer technischer Inkohlungsarten (z. B. HTC-Kohle) auseinanderzusetzen.

Während die positive Wirkung von bodenbürtigen Huminstoffen auf die Bodenfunktionen in vielen Untersuchungen nachgewiesen ist, ist die Wirkung kohlebürtigen Kohlenstoffs (Kohle-C) auf die Bodenfunktionen und deren Stabilität infolge von Bodenbildungsprozessen nur kurzfristig und vereinzelt unter Praxisbedingungen untersucht worden. Über langfristige Wirkungen von kohlebürtigem Kohlenstoff ist nur wenig bekannt.

Um Untersuchungen zur längerfristigen Wirkung von Kohle auf Bodenfunktionen durchzuführen, wurden im Rahmen der aktuellen Projektphase geeignete Untersuchungsflächen ausgewiesen, auf denen durch menschliche Aktivitäten in unterschiedlichen Zeiträumen (Jahre bis Jahrzehnte) Kohle in den Boden eingebracht wurde.

Die Flächenauswahl bildet eine solide Grundlage, um in einer weiteren Projektphase vergleichende Untersuchungen zur Charakterisierung der verschiedenen Kohlenstoffformen, der damit einhergehenden Bodeneigenschaften und der Wirkungen auf Bodenfunktionen durchzuführen. Hierzu sind Felduntersuchungen auf den ausgewiesenen Flächen sowie auf im Umfeld gelegenen und vor Ort zu erkundenden Vergleichsflächen anzustellen. Weiterhin bieten die ausgewiesenen Flächen auch die Möglichkeit, durch Entnahme von Bodensubstrat die Wirkung von kohlehaltigen Böden im Vergleich zu nichtkohlehaltigen Böden in Gefäßversuchen unter kontrollierten Bedingungen zu testen.

6 Danksagung

Dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV), insbesondere Frau Poot und dem Landeskompetenzzentrum Forst in Eberswalde (LFE), insbesondere Herrn Wenk danken wir für die Recherche und Bereitstellung von Daten aus dem Fachinformationssysteme Altlasten bzw. dem landesweiten Kataster zu Waldbrandereignissen. Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Haubolt-Rosar, der durch intensive eigene Recherchen uns weitgehend bei der Aufstellung der Steckbriefe für die Rekultivierungsflächen und die von ihm betriebenen Versuchsflächen unterstützte. Ebenso danken wir dem Brandenburgische Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum (BLDAM) für die Zuarbeit zu den Steckbriefen für die Köhlerflächen. Vielen Dank an Hardy Schulz, der uns Daten über die landwirtschaftliche Versuchsfläche in Lindendorf verfügbar machte.

Literaturverzeichnis

Bargmann, I., Greef, J.M., Kücke, M. (2012): Keimung, Wachstum und Nährstoffdynamik in Boden und Pflanze nach dem Einbringen von Biokohle hydrothormaler Carbonisierung (Hydrochar) und Pyrolyse (Biochar), Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 24: 60-61 (2012)

Bischoff, W-A., Schwarz, A., Pfennig, J. (2012): Pyrolyse- und HTC-Kohle als Bodenverbesserer auf sandigen Böden im Gemüsebau, Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. (Tagungsband, 55.Jahrestagung der GPW) S. 56-58, Göttingen

Dunst, G. (2012): Die Anwendung von Pflanzenkohle in der Ökoregion Kaindorf (Österreich) In: Fricke, K. (Hrsg.) (2012): Biokohle im Blick Herstellung, Einsatz und Bewertung, 73. Symposium des ANS e.V., Weimar

Fliessbach, A., Schmid H., Niggli U. (2008): Die Vorteile des Öko-Landbaus für das Klima, Ökologie & Landbau 1/2008, Heft 145 S.17-19

Glaser, B. (1999): Eigenschaften und Stabilität des Humuskörpers der „Indianerschwarzerden“ Amazoniens, Bayreuther Bodenkundliche Berichte Bnd. 68, Bayreuth

Glaser, B. (2012): Das Terra Preta-Konzept Chancen für nachhaltiges Management natürlicher Ressourcen, In: Müll und Abfall 3/2012 S.148-149

Helfrich, M., Eibisch, N., Flessa, H. (2011): Biokohle in der Landwirtschaft-Potenzial und mögliche Einschränkungen beim Einsatz als Bodenverbesserer und zur Kohlenstoffsequestrierung unter: <http://www.ans-ev.de/global/download/%7BIYOUUPJRKXF-10282011115413-HPQLJCCSFX%7D.pdf> Abruf: 21.11.2012

Holweg, C. (2011): Stoffkreis Biokohle an den Nahtstellen gesellschaftlicher Erwartung und Vorsorge, Beitrag zur BfN Tagung. Unter: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/terraPreta_holweg.pdf Abruf: 21.11.2012

IPCC (2007): IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, unter: <http://www.ipcc.ch/index.htm#.UMedpeMSW9s> Abruf: 30.11.2012

Kammann, C. (2012): Chancen und Risiken des Einsatzes von Pflanzenkohle In: Müll und Abfall 5/12 S. 256-263 Berlin

Kammann, C., Ha Mi-Kyung, Schimmelpfennig, S., Kurtz, M., Bai, M., Breuer, L., Bach, M., Qayyum, F., Wilske, B., Weber, B., Steffens, D., Schubert, S., Müller, C. (2012): Chancen und Risiken von Biokohle-Forschungstand an der Justus-Liebig-Universität Gießen In: Fricke, K. (Hrsg.) (2011): Biokohle – Klimaretter oder Mogelpackung? Risiken und Chancen für die Abfallwirtschaft. 72. Symposium des ANS e.V. Schriftenreihe des ANS: 53, Weimar.

Kappen, H. (1943): Über die Möglichkeiten der Bodenverbesserung durch Braunkohle In: Zeitschrift für Bodenkunde und Pflanzenernährung, 29(74), S. 361-369

Katzur, J., Fischer, K., Böcker, L., Liebner, F., Schiene, R. (2002): Gefäss- und Freilandversuche zur Eignung von Braunkohle als Bodenverbesserungsmittel In: Archives of Agronomy and Soil Science Vol.48 pp. 241-255

Pieplow, H., Wagner, R. (2012): Terra Preta – Chance für eine nachhaltige Landwirtschaft, In: Müll und Abfall 3/12 S.120-123

Reckin, J. (2012): Wie ist es zu erklären, dass die Indio-Schwarzerde, die terra Preta, so viel Dauerhumus enthält? Unter: <http://wikiPreta.org/seiten/003.katalysator.2.html>
Abruf: 26.11.2012

Raupp, J. (2011): Humusentwicklung für Humus, Pflanze und Klima; unter: <http://www.bund-sachsen.de/doc/agrarwende/vortraege6/2011-sigoel-pap.pdf>,
Abruf:26.11.2012

Schmidt, H.-P. (2011): Pflanzenkohle, Ihtaka-Journal 1/2011: S. 75-82, Delinat-Institut für Ökologie und Klimafarming, CH-1974 Arbaz

Schmidt, H. P., Abiven, S., Glaser, B., Kammann, C., Bucheli, T., Leifeld, J. (2012): Europäisches Pflanzenkohle-Zertifikat des Delinat-Instituts und des Biochar Science Network. Version 4.2. Abruf: 26.11.2012
unter: <http://www.biochar-science.net/doc/europaeisches-pflanzenkohle-zertifikat-v4.2-final2012.pdf>

Schmidt, H-P., Niggli, C. (2012): Pflanzenkohle eine Schlüsseltechnologie zur Schließung der Stoffkreisläufe In: Fricke, K. (Hrsg.) (2012): Biokohle im Blick Herstellung, Einsatz und Bewertung, 73. Symposium des ANS e.V., Weimar

Schüler, C., Bruns, C. (2012): Das vergessene Gold des Landwirts In: Ökologie & Landbau 2/2012 Heft 162 S. 28-29, Bad Dürkheim

Steiner, C. (2006): Slash and Char as Alternative to Slash and Burn – soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish a carbon sink , Dissertation: Faculty of Biology, Chemistry and Geosciences ,University of Bayreuth, Germany

Stumm, C. (2012): Stimmt die Humusbilanz In: Bioland 03/2012 S.12-13, Mainz

Wallmann, R., Ahlborn, C. (2012): Stabilität unterschiedlich aufbereiteter Biomasse - Stability of differently treated Biomass In: Fricke, K. (Hrsg.) (2011): Biokohle – Klimaretter oder Mogelpackung? Risiken und Chancen für die Abfallwirtschaft. 72. Symposium des ANS e.V. Schriftenreihe des ANS: 53, Weimar.

Wehde, G., Yussefi-Menzler, M. (2011): Landwirtschaft und Klima im Wandel, Ökologie & Landbau 2/2011, Heft 158 S. 12-15

Woods, W. I., Teixeira, W. G. , Lehmann, J., Steiner, C., WinklerPrins, A., Rebellato, L. (Hrsg.) (2009): Amazonien Dark Earths: Wim Sombroek's Vision, Springer, Berlin



Richtlinien

European Biochar Certificate

für die Produktion von Pflanzenkohle

Version 4.2 - Stand 13.6.2012

Impressum

Die vorliegenden Richtlinien gelten ab 1. Januar 2012 und sind Grundlage für die Zertifizierung von Pflanzenkohle durch das unabhängige Kontrollorgan q.inspecta.

Hans Peter Schmidt*, Delinat-Institut

Samuel Abiven, Universität Zürich

Bruno Glaser, Universität Halle

Claudia Kammann, Universität Gießen

Thomas Bucheli, ART Reckenholz

Jens Leifeld, ART Reckenholz

* korrespondierender Autor: schmidt@delinat-institut.org

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Delinat-Institut erlaubt.

Copyright: © 2012 Delinat-Institut und Biochar Science Network

Inhaltsverzeichnis

1. Ziel der Pflanzenkohle-Richtlinien
2. Definition von Pflanzenkohle
3. Eingesetzte Biomasse
4. Allgemeine Vorgaben zur Führung des Produktionsprotokolls
5. Eigenschaften der Pflanzenkohle
6. Pyrolysetechnik
7. Verkauf und Ausbringung der Pflanzenkohle
8. Kontrolle und Zertifizierung
9. Referenzen

ANHANG

10. Positivliste der Biomassen
11. Betriebsdeklaration
12. Produktionsprotokoll für Pflanzenkohle

Richtlinien zur Produktion von Pflanzenkohle

Europäisches Pflanzenkohle Zertifikat / European Biochar Certificate

Herausgeber: Biochar Science Network

1. Ziel der Richtlinien und Zertifizierung

Holz- und Pflanzenkohle gehören seit über zwei Jahrtausenden zu den grundlegenden Rohstoffen der Zivilisation. Der weitaus größte Teil der Holzkohle wurde zum Kochen, zum Heizen und zur Metallherstellung verwendet. Ein Teil der Holz- und Pflanzenkohlen wurde aber auch schon vor Jahrhunderten als Bodenverbesserer, als Stall- und Sanitärstreu, Heilmittel und auch als Futterergänzung verwendet. Im letzten Jahrhundert ging viel von diesem traditionellen Wissen verloren und ist erst um die Jahrtausendwende wieder neu entdeckt worden.

Dank umfangreicher multidisziplinärer Forschungen und praktischer Versuche ist es gelungen, die biologischen und chemo-physikalischen Abläufe beim Einsatz von Pflanzenkohle besser zu verstehen und den Schritt zu ihrem Einsatz in der landwirtschaftlichen Praxis einzuleiten. In den nächsten Jahren wird eine starke Zunahme der landwirtschaftlichen Verwendung von Pflanzenkohle erwartet. Die Verwendungszwecke reichen dabei von Bodenverbesserern, Kompostierzusätzen und Trägerstoffen für Düngemittel über Güllebehandlung und Stalleinstreu bis hin zu Silierhilfsstoffen, Futtermitteln, medizinischem Einsatz und verschiedenem mehr.

Die traditionelle Herstellung von Holz- und Pflanzenkohle war hinsichtlich ihrer Kohlenstoffeffizienz und vor allem hinsichtlich ihrer Umweltbilanz ungenügend und ist entsprechend ungeeignet, um die zu erwartenden Mengen an Pflanzenkohle für die Landwirtschaft zu produzieren. Erst durch moderne Pyrolyseanlagen kann Pflanzenkohle aus einer großen Vielfalt von Biomassen energieeffizient und ohne Belastung für die Umwelt hergestellt werden. Da sowohl die Eigenschaften der Pflanzenkohle als auch die Umweltbilanz ihrer Herstellung stark abhängig von der technischen Steuerung der Pyrolyse und den verwendeten Biomassen sind, ist es notwendig, ein sicheres Kontrollsystem für die Herstellung und Analyse von Pflanzenkohle einzuführen.

Mit den vorliegenden Richtlinien für die Erlangung des Pflanzenkohle-Zertifikates beabsichtigt das *Biochar Science Network* eine wissenschaftlich fundierte und praxisnahe Kontrollgrundlage einzuführen. Dank des Kontrollzertifikates sollen die nachhaltige Produktion von Pflanzenkohle sichergestellt werden und die Produzenten gegenüber den Landwirten und sonstigen Nutzern die Möglichkeit erhalten, die Qualität der Pflanzenkohle nachweisbar zu garantieren.

Die Pflanzenkohle-Technologie entwickelt sich derzeit sehr rasch. Weltweit werden in über 500 Forschungsprojekten die Eigenschaften und Wechselwirkungen von Pflanzenkohle untersucht. Monatlich erscheinen neue Versuchsergebnisse und zahlreiche wissenschaftliche Studien zum Thema. Jedes Jahr streben neue Hersteller von Pyrolyseanlagen auf den Markt, und die Einsatzbereiche für Pflanzenkohle und von Pflanzenkohleprodukten wachsen. Das vorliegende Pflanzenkohle-Zertifikat ist mit dieser wissenschaftlichen und technischen Dynamik eng verknüpft und wird dementsprechend jedes Jahr nach den neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen überarbeitet. Grenzwerte und Analysemethoden werden jeweils an die neuesten Erkenntnisse angepasst oder wenn nötig neu eingeführt.

Das Ziel der Richtlinien besteht in der Gewährleistung einer wissenschaftlich stichhaltigen, gesetzlich abgesicherten, wirtschaftlich verantwortbaren und praktisch umsetzbaren Kontrolle der Produktion und Qualität von Pflanzenkohle. Für Anwender von Pflanzenkohle und Produkten auf Basis von Pflanzenkohlen soll eine transparente und nachvollziehbare Kontrolle und Qualitätsgarantie ermöglicht werden.

2. Definition von Pflanzenkohle

Als Pflanzenkohle (engl. Biochar) gilt alle pyrolytisch hergestellte Kohle, die ökologisch nachhaltig in der Landwirtschaft eingesetzt werden kann.

Pflanzenkohlen werden durch Biomasse-Pyrolyse hergestellt. Als Biomasse-Pyrolyse gilt hierbei die thermochemische Zersetzung organischer Stoffe bei stark reduziertem Sauerstoffgehalt von unter 2% und bei Temperaturen zwischen 350°C und 1000 °C. Torrefaktion, Hydrothermale Karbonisierung und Verkokung sind weitere Verkohlungsprozesse, deren Endprodukte nach der vorliegenden Definition aber nicht als Pflanzenkohle bezeichnet werden. Für Produkte jener anderen Verkohlungsverfahren können gegebenenfalls gesonderte Zertifikate ausgearbeitet werden, wenn über deren Qualität und Wirkung in Böden und sonstigen nicht-thermischen Nutzungsformen umfangreichere und besser gesicherte Kenntnisse vorliegen.

Pflanzenkohlen sind folglich spezielle Pyrolysekohlen, die durch zusätzliche ökologisch nachhaltige Produktions-, Qualitäts- und Einsatzbedingungen charakterisiert sind.

Entsprechend dem vorliegenden Zertifikat werden die Pflanzenkohlen in zwei verschiedene Qualitätsstufen mit jeweils unterschiedlichen Grenzwerten und ökologischen Anforderungen eingeteilt: *basic* und *premium*.

Zur Zertifizierung der Pflanzenkohle müssen folgende Kriterien bezüglich der eingesetzten Biomasse, der Produktionstechnik, den Eigenschaften der Pflanzenkohle und deren Ausbringung erfüllt werden:

3. Eingesetzte Biomasse

- 3.1 Zur Herstellung von Pflanzenkohle dürfen ausschließlich organische Reststoffe verwendet werden, die auf der Positivliste (Anhang 1) aufgeführt sind.
- 3.2 Die saubere Trennung von nichtorganischen Abfällen wie Plastik, Gummi, Elektronikschrott etc. muss gewährleistet sein.
- 3.3 Die Biomassen dürfen keine Farbreste, Lösungsmittel oder andere nichtorganische Verunreinigungen aufweisen.
- 3.4 Beim Einsatz von landwirtschaftlichen Primärprodukten muss eine nachhaltige Produktion der nachwachsenden Rohstoffe gewährleistet sein.
- 3.5 Pflanzenkohle darf nur dann aus Forstholz oder Kurzumtriebsplantagen hergestellt werden, wenn eine nachhaltige Bewirtschaftung des entsprechenden Waldes zum Beispiel durch PEFC oder FSC nachgewiesen werden kann.
- 3.6 Biomassen zur Herstellung von Pflanzenkohle dürfen nicht weiter als 80 km bis zur Pyrolyseanlage transportiert werden. Ausgenommen sind Pyrolysezusatzstoffe oder spezielle Biomassen zu Versuchszwecken. [Da zurzeit noch kein ausreichend dichtes Netz von Pyrolyseanlagen besteht, kann für einzelne Biomassen eine Ausnahmegenehmigung (ANG) bezüglich der Transportdistanz beantragt werden, sofern sichergestellt wird, dass es sich nur um eine zeitlich begrenzte Ausnahme handelt.]
- 3.7 Die Eingangsbelege für die verarbeiteten Biomassen müssen vollständig vorliegen.

4. Allgemeine Vorgaben zur Führung des Pflanzenkohle-Produktionsprotokolls

Jede Pflanzenkohle-Charge muss eine eindeutige Bezeichnung und Identifikationsnummer erhalten. Mittels der Identifikationsnummer muss die Rückführbarkeit der Produktionsbedingungen und der eingesetzten Biomassen garantiert werden. Für jede Pflanzenkohle-Charge muss ein gesondertes Produktions-Protokoll ausgestellt werden. Die Pflanzenkohle jeder Charge muss auf Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte analysiert werden.

Als Definition einer einheitlichen Pflanzenkohle-Charge gilt:

1. Die Pyrolysetemperatur in °C darf sich während der Produktion um nicht mehr als 20 % ändern. Dokumentierte Produktionsunterbrechungen sind gestattet, sofern nach Wiederaufnahme der Produktion der festgelegte Temperaturbereich eingehalten wird.
2. Die Zusammensetzung der Biomassearten, die für die Produktion einer Pflanzenkohle-Charge verwendet werden, darf sich nicht um mehr als 15 % verändern.
3. Die Pflanzenkohle muss an maximal 120 Produktionstagen hergestellt worden sein. Zwischen Beginn und Ende der Produktion dürfen maximal 240 Kalendertage liegen.
4. Es muss ein vollständiges Produktionsprotokoll vorliegen, in dem genaue Beschreibungen und Zeitpunkte eventueller Komplikationen bei der Herstellung, sowie jedweder Anlagenstillstand dokumentiert sind.

Sobald einer der vier Punkte nicht mehr erfüllt wird, gilt die daraufhin produzierte Pflanzenkohle als eine neue Charge, für die entsprechend ein neues Pflanzenkohle-Protokoll erstellt werden muss.

5. Eigenschaften der Pflanzenkohle

Eine detaillierte physiko-chemische Charakterisierung von Pflanzenkohle ist nach dem derzeitigen Wissensstand und den verfügbaren Analysemethoden sehr schwer erreichbar und sehr teuer. Vorgabe des Pflanzenkohle-Zertifikats ist daher auch nicht die Durchführung einer kompletten wissenschaftlichen Charakterisierung der Pflanzenkohle. Von entscheidender Bedeutung für das Zertifikat ist, dass die Einhaltung aller umweltrelevanten Grenzwerte garantiert und alle für die landwirtschaftliche Praxis relevanten Produkteigenschaften deklariert werden.

5.1 Der Kohlenstoffgehalt der Pflanzenkohle muss mehr als 50% der Trockenmasse betragen

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff von Pyrolysekohlen schwankt je nach verwendeter Biomasse und Prozesstemperatur zwischen 10 % und 95 % der Trockenmasse. So liegt z.B. der Kohlenstoffgehalt von pyrolysiertem Hühnermist bei etwa 25% und der von Buchenholz bei etwa 85%.

Bei sehr mineralreichen Biomassen wie Klärschlamm oder Viehmist überwiegt im Pyrolyseprodukt der Aschegehalt. Entsprechend gelten Pyrolysekohlen mit einem Kohlenstoffgehalt von weniger als 50% nicht als Pflanzenkohle, sondern als Pyrolyseasche mit mehr oder weniger hohem Anteil an Pflanzenkohle.

Erfüllen die Pyrolyseaschen alle sonstigen Grenzwerte des vorliegenden Pflanzenkohle-Zertifikates, können sie unter der Produktbezeichnung *Pyrolyseasche* vermarktet werden. Pyrolyseaschen haben hohe Nährstoffgehalte und stellen entsprechend wertvolle Düngeergänzungsmittel dar, sind damit aber einer anderen Produktkategorie zuzuordnen.

Mineralreiche Biomassen sollten im Sinne möglichst effizienter Ressourcennutzung und nachhaltiger Stoffströme eher kompostiert, fermentiert oder zu Düngemitteln aufkonzentriert werden, so dass die Nährstoffe möglichst rasch wieder pflanzenverfügbar werden.

Die Angabe des Kohlenstoffgehaltes ist insbesondere für die eventuelle Erzeugung von CO₂-Zertifikaten relevant.

Zulässige Prüfungsverfahren: DIN 51732

(Angabe für jede Charge)

5.2 Black-Carbon-Gehalt muss zwischen 10 % bis 40 % des Gesamtkohlenstoffs liegen

Der Kohlenstoff der Pflanzenkohle setzt sich aus leichter abbaubaren organischen Kohlenstoffverbindungen und sehr stabilen, aromatischen Kohlenstoffstrukturen (Black Carbon) zusammen. Der Gehalt an Black Carbon ist ein wichtiges Kriterium zur Charakterisierung von Pflanzenkohle und ist zudem Ausdruck für die Stabilität der Pflanzenkohle im Boden. Letztere ist für den Aspekt der Kohlenstoffsequestrierung von besonderer Relevanz.

Der Black-Carbon-Gehalt von Pflanzenkohlen liegt nach Schimmelpfennig und Glaser [2012] zwischen 10 % und 40 % des Gesamtkohlenstoffs. Bei Black-Carbon-Gehalten von unter 10% des Gesamtkohlenstoffs können die entsprechenden Kohlen nicht mehr als Pflanzenkohle betrachtet werden.

Für die Analyse des Black-Carbon-Gehaltes liegt jedoch noch keine standardisierte Methodik vor. Auf eine verpflichtende Kontrolle des Black-Carbon-Gehaltes im Rahmen der Zertifizierung wird daher vorerst verzichtet. Es wird allerdings empfohlen, den Wert sowie Angaben über die verwendete Bestimmungsmethode fakultativ in das Standardprotokoll aufzunehmen.

5.3 Das molare H/C-Verhältnis muss kleiner als 0,6 sein.

Aus dem molaren H/C-Verhältnis lassen sich der Verkohlungsgrad und damit auch die Stabilität der Pflanzenkohle ableiten. Das Verhältnis gehört zu den wichtigsten Charakterisierungsmerkmalen von Pflanzenkohle. Die Werte schwanken je nach Biomasse und Verfahren. Höhere Werte als 0,6 lassen auf minderwertige Kohlen und mangelhafte Pyrolyse-Verfahren schließen (Schimmelpfennig & Glaser [2012]).

Zulässige Prüfungsverfahren: DIN 51732

(Angabe für jede Charge)

5.4. Das molare O/C-Verhältnis muss kleiner als 0,4 sein

Ergänzend zum molaren H/C-Verhältnis ist auch das molare O/C-Verhältnis für die Charakterisierung von Pflanzenkohle und ihre Unterscheidung zu anderen Inkohlungsprodukten relevant (Schimmelpfennig & Glaser [2012]). Die Messung des O/C-Verhältnisses ist im Vergleich zum H/C-Verhältnis relativ teuer. Da das molare H/C-Verhältnis in Verbindung mit den anderen im Pflanzenkohle-Zertifikat erhobenen Daten eine eindeutige Zuordnung der zertifizierten Kohle als pyrolytisch hergestellte Pflanzenkohle erlaubt, wird auf eine verpflichtende Kontrolle des O/C-Verhältnisses verzichtet. Es wird allerdings empfohlen, den Wert fakultativ in das Standardprotokoll aufzunehmen.

5.5 Die Nährstoffgehalte der Pflanzenkohle liegen zumindest für die Elemente Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalzium vor und sind dem Lieferschein beizufügen.

Die Schwankungen der Nährstoffgehalte verschiedener Pflanzenkohlen sind sehr hoch und können bei Kohlenstoffgehalten über 50% zwischen 1% und 45% liegen. Es ist zu beachten, dass diese Nährstoffe aufgrund der hohen Adsorptionskapazität der Pflanzenkohle nur bedingt pflanzenverfügbar sind und möglicherweise erst über Jahrzehnte in den biologischen Kreislauf eingebunden werden. So liegt die Nährstoffverfügbarkeit von Pflanzenkohle-Phosphor im ersten Jahr bei rund 15% und die von Stickstoff bei nur 1%, während Kalium bis zu 50% pflanzenverfügbar ist.

Zulässige Prüfungsverfahren: DIN EN ISO 17294 – 2 (E29)

(Angabe für jede Charge)

5.6 Folgende Grenzwerte an Schwermetallen müssen eingehalten werden.

Die folgenden Höchstwerte für Schwermetallgehalte orientieren sich für die Qualitätsstufe *basic* an der deutschen Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV), und für die Qualitätsstufe *premium* an der Schweizerische Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, Anhang 2.6 für Recyclingdünger). Die Grenzwerte sind jeweils auf die Trockenmasse der Pflanzenkohle bezogen:

basic: Pb < 150 g/t TM; Cd < 1,5 g/t TM; Cu < 100 g/t TM; Ni < 50 g/t TM; Hg < 1 g/t TM; Zn < 400 g/t TM; Cr < 90 g/t TM

premium: Pb < 120 g/t TM; Cd < 1 g/t TM; Cu < 100 g/t TM; Ni < 30 g/t TM; Hg < 1 g/t TM; Zn < 400 g/t TM; Cr < 80 g/t TM

Ähnlich wie bei der Kompostierung bleibt auch bei der Pyrolyse fast die gesamte Menge an Schwermetallen der ursprünglich verwendeten Biomasse im Endsubstrat erhalten, wobei sie im Vergleich zum Ausgangsmaterial aufkonzentriert wurden. Allerdings werden viele Schwermetalle sehr effizient von der Pflanzenkohle fixiert und langfristig immobilisiert. Wie dauerhaft diese Immobilisierung tatsächlich sein wird, kann jedoch bisher nicht sicher angegeben werden. Da die landwirtschaftlich eingesetzten Mengen an Pflanzenkohle im Vergleich zu viel häufiger in großen Mengen ausgebrachtem Kompost nur relativ gering sind, lässt sich eine toxische Akkumulierung der Schwermetalle auch bei höheren Grenzwerten praktisch ausschließen. Trotzdem gibt es wenig Grund, nicht die von der Bodenschutzverordnung bzw. der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung vorgeschriebenen Grenzwerte für Schwermetalle einzuhalten.

Durch die Verwendung von Chrom-Nickel-Stählen für den Bau von Pyrolysereaktoren kann es durch Abrieb insbesondere in den ersten Wochen nach der Inbetriebnahme zu erhöhten Nickelbelastungen der Pflanzenkohle kommen. Für Pflanzenkohlen mit einer Nickel-Belastung bis zu 100 g/t TM kann eine Ausnahmegewilligung beantragt werden, wonach diese Pflanzenkohlen zur Kompostierung verwendet werden dürfen, sofern sicher gestellt wird, dass die gültigen Grenzwerte des fertigen Komposts eingehalten werden. Für stärker belastete Pyrolysekohle gibt es hinreichend andere Einsatzmöglichkeiten.

Zulässige Prüfungsverfahren

Schwermetalle: DIN EN ISO17294-2 (E29)

Quecksilber: DIN EN1483 (E12)

(Angabe für jede Charge)

5.7 Auf dem Lieferschein müssen pH-Wert, Schüttdichte, Wassergehalt und für die Qualitätsstufe *premium* zusätzlich die spezifische Oberfläche und das Wasserhaltevermögen der Pflanzenkohle angegeben werden.

Der pH-Wert der Pflanzenkohle ist ein wichtiges Kriterium für den gezielten Einsatz sowohl in Substraten als auch zur Nährstofffixierung bei der Tierhaltung. Sollte die Pflanzenkohle einen pH-Wert von über 10 aufweisen, muss auf dem Lieferschein ein entsprechender arbeitsschutzrechtlicher Gefahrenhinweis vermerkt werden. Es ist des Weiteren darauf hinzuweisen, dass der Eintrag größerer Mengen Pflanzenkohle zu einer Verschiebung des Boden-pH-Wertes führt.

Schüttdichte und Wassergehalt sind notwendige Angaben für die Herstellung homogener Substratmischungen oder Filtermittel mit jeweils gleichbleibendem Kohlenstoffanteil. Die spezifische Oberfläche ist ein Maß für die Qualität der Pflanzenkohle und ein Kontrollwert für die verwendete Pyrolysetechnik. Die spezifische Oberfläche der Pflanzenkohle sollte größer als 150 m²/g TM sein. Das Wasserhaltevermögen liefert einen Richtwert für die Mischung mit Flüssigkeiten und die Wirksamkeit für die Erhöhung des Wasserspeichervermögens von Böden.

Zulässige Prüfungsverfahren:

pH: analog DIN 10390

Wassergehalt: DIN 51718; TGA 701 D4C

Spezifische Oberfläche: BET-Messung ISO 9277

(Angabe für jede Charge)

5.8 Die PAK-Gehalte (Summe der 16 Leitverbindungen der EPA) der Pflanzenkohle müssen für die Qualitätsstufe *basic* unter 12 mg/kg TM und für Qualitätsstufe *premium* unter 4 mg/kg TM liegen.

Wie bei jeder Verbrennung entstehen auch bei der Pyrolyse Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Die Menge der entstehenden PAK hängt insbesondere von den Prozessbedingungen ab. Dank der modernen Pyrolysetechnik können die PAK-Belastungen deutlich gesenkt werden. Hohe PAK-Belastungen sind ein Zeichen für unzureichende bzw. ungeeignete Prozessbedingungen.

PAK werden von der Pflanzenkohle sehr effizient gebunden, weshalb man aktivierte Pflanzenkohle auch als Luftfilter zur Entfernung von PAK aus Abgasen sowie zur Immobilisierung von PAK in kontaminierten Böden verwendet. Das Risiko der bei der Herstellung in der Pflanzenkohle gebundenen PAK wäre daher auch bei etwas höheren Grenzwerten für den Einsatz in der Landwirtschaft als gering einzuschätzen.

Im Unterschied zum Kompost sind die an der Pflanzenkohle gebundenen PAK in noch geringerem Masse pflanzenverfügbar. Zudem wird in der Kompostwirtschaft alle 3 Jahre bis zu 40 Tonnen Kompost pro Hektar ausgebracht, wohingegen die derzeitigen Richtwerte für den Einsatz von Pflanzenkohle bei max. 40 Tonnen pro Hektar für 100 Jahre liegen.

Trotzdem zeigt die Zulassungspraxis, dass der von der schweizerischen Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) festgelegte Grenzwert für PAK auch für die Pflanzenkohle gelten wird und eine Ausnahmeregelung aufgrund der Sorptionseigenschaften der Pflanzenkohle kaum durchzusetzen sein wird. Der Grenzwert für die Qualitätsstufe *premium* entspricht der schweizerischen Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV), welcher als Richtwert in die Kompostverordnung eingegangen ist. In den Europäischen Bodenschutzverordnungen sind keine PAK-Grenzwerte für Bodenhilfsmittel und organische Dünger festgelegt. Der Grenzwert der Qualitätsstufe *basic* orientiert sich somit an einem Wert, der nach dem derzeitigen Kenntnisstand das Risiko für den Boden und die Anwender als äußerst gering einstufen lässt.

Es ist zu beachten, dass aufgrund der hohen Adsorptionskraft der Pflanzenkohle die meisten Standardmethoden zur Analyse von PAK nicht für Pflanzenkohle geeignet sind. Nach Untersuchungen an der Agroscope ART (Hilber [2012 eingereicht]) kann erst nach einer längeren Toluol-Extraktion ein ausreichend repräsentativer Analysewert ermittelt werden. Da diese Methode jedoch noch nicht standardmäßig in den europäischen Analyselabors eingesetzt werden kann, gilt bis auf weiteres die bisherige Standardmethode (DIN EN 15527). Die Messwerte müssen allerdings mit Vorbehalt betrachtet werden. Ein zusätzlicher Nachweis nach der von Hilber et AL. entwickelten Methodik wird empfohlen.

Die aktuelle Standardmethode erfüllt insofern vorläufig ihren Zweck für das vorliegende Zertifikat, da sie höhere PAK-Belastungen, die als problematisch einzustufen wären, mit ausreichender Genauigkeit ermittelt (Schimmelpfennig & Glaser[2012]).

Da die PAK-Werte der Pflanzenkohle prozessspezifisch sind und offenbar wenig von der verwendeten Biomasse abhängen, ist eine halbjährliche Analyse ausreichend.

Zulässige Prüfungsverfahren: DIN EN 15527 (unter Vorbehalt)

Analyse alle 6 Monate

5.9 Der PCB-Gehalt muss unter 0,2 mg/kg TM; der Gehalt an Dioxinen und Furanen jeweils unter 20 ng/kg (I-TEQ OMS) liegen.

In modernen Pyrolyseanlagen entstehen nur sehr geringe Mengen an PCB, Dioxinen und Furanen, so dass eine jährliche Kontrolle pro Anlage als ausreichend zu bewerten ist. Die Grenzwerte orientieren sich an den in Deutschland und in der Schweiz geltenden Bodenschutzverordnungen (BBodschV, VBBo, ChemRRV).

Zulässige Prüfungsverfahren: AIR DF 100, HRMS

6. Pyrolysetechnik

6.1 Die Biomassepyrolyse muss in einem energieautonomen Prozess ablaufen.

Die zum Betrieb der Anlage eingesetzte Energie (Strom für Antriebe, Lüftung und BMSR, Brennstoff für die Vorbeheizung usw.) darf 8 % (*basic*) bzw. 4 % (*premium*) des Heizwertes der im gleichen Zeitraum pyrolysierten Biomasse nicht überschreiten. Eine externe Reaktorbeheizung mit fossilen Brennstoffen ist mit Ausnahme der Vorbeheizung des Pyrolysereaktors untersagt. Die Nutzung von Abwärme anderer industrieller Prozesse wie z.B. Biogasherstellung oder Zementherstellung oder die Nutzung von Solarthermie ist gestattet.

6.2 Die bei der Pyrolyse entstehenden Synthesegase müssen abgefangen werden und dürfen nicht in die Atmosphäre entweichen.

6.3 Die Abwärme der Pyrolyseanlage muss genutzt werden.

Rund ein Drittel der in der Biomasse enthaltenen Energie findet sich nach dem Pyrolyseprozess im Synthesegas wieder. Die Verbrennungsenergie des Synthesegases wird wiederum zur Erwärmung der Biomasse verwendet, wobei zusätzliche Abwärme entsteht. Diese Abwärme muss zu mindestens 70% zum Trocknen von Biomasse, Heizzwecken, zur Stromherstellung oder auf ähnliche Weise genutzt werden. Das Synthesegas kann auch gespeichert und einer anderweitigen Energienutzung zugeführt werden.

6.4 Bei der Verbrennung der Synthesegase müssen die national geltenden Emissionsgrenzwerte für entsprechende Feuerungsanlagen eingehalten werden.

Die Emissionsgrenzwerte und -vorschriften sind in den verschiedenen europäischen Ländern jeweils unterschiedlich geregelt. Eine darüber hinausgehende Festlegung von Emissionsgrenzwerten für Pyrolyseanlagen würde die Zweck- und Verhältnismässigkeit der vorliegenden Richtlinien überschreiten. Die Hersteller müssen garantieren, dass ihre Anlagen die jeweiligen nationalen Emissionsvorschriften einhalten.

7. Verkauf und Ausbringung der Pflanzenkohle

7.1 Brand- und Staubschutzvorschriften werden in der gesamten Herstellungs-, Transport- und Anwenderkette eingehalten.

7.2 Bei Transport und Schüttgutumladung muss auf ausreichende Feuchtigkeit der Pflanzenkohle zur Verhinderung von Staubentwicklung geachtet werden.

7.3 Mitarbeiter sind auf der Anlage mit geeigneter Schutzkleidung und Atemschutzmasken auszustatten.

7.4 Auf den Lieferscheinen sind Anwendungshinweise und Arbeitsschutzvorschriften gut sichtbar zu vermerken.

7.5 Die Ausbringung in Böden und Stallsystemen darf grundsätzlich nur erfolgen, wenn die Pflanzenkohle bis zu dem Punkt mit Flüssigkeiten benetzt ist, an dem sie nicht mehr staubt. Die Hersteller haben auf dem Lieferschein oder auf der Verpackung darüber zu informieren.

8. Kontrolle und Zertifizierung

Die Kontrolle des Europäischen Pflanzenkohle-Zertifikats wird von der unabhängigen, staatlich zertifizierten Kontrollstelle q.inspecta europaweit koordiniert und auf den Produktionsbetrieben der verschiedenen Länder jeweils von unabhängigen Landeskontrollstellen abgenommen. Die Kontrolle findet einmal pro Jahr statt. Die Hersteller sind verpflichtet, die Produktionsprotokolle jeweils auf dem aktuellen Stand zu halten.

Die Hersteller können sich jeweils mit Beginn ihrer Produktion bei q.inspecta für die Beteiligung am Zertifizierungsprogramm anmelden. Es wird empfohlen, bereits vorher Kontakt aufzunehmen, um die Protokollierung in den Produktionsprozess einzubinden.

bio.inspecta AG
q.inspecta GmbH
Ackerstrasse
CH-5070 Frick
+41 (0) 62 865 63 00
+41 (0) 62 865 63 01
admin@bio-inspecta.ch

9. Referenzen

Deutsch Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 1999, letzte Änderung 31.7.2009

Hilber, I, Bucheli, TD, Blum, F, Leifeld, J, Schmidt, HP Quantitative determination of PAHs in biochar – a prerequisite to assure its quality and safe application. J. Agric. Food Chem. 2012 (accepted)

Schimmelpfennig, S.; Glaser, B. One step forward toward characterization: Some important material properties to distinguish biochars. J. Environ. Qual. 2012, 41, 13.

Schweizerische Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12), 1998

Schweizerische Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81), 2005

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4.BImSchV), 1997

Biomassen

Herkunft	Ausgangsmaterial	Spezielle Anforderungen basic	Spezielle Anforderungen premium	Biomasse für Holzkohle
Kommunaler Sammeldienst aus getrennter Sammlung	Grüngut Grüngut mit Rüstabfällen Grüngut mit Rüstabfällen und Speiseresten			
Gartenbau und Landschaftspflege	Laub	Kein Strassenwischgut		
	Blumen			
	Gemüse	Nur Rest- und Abfallstoffe, die nicht oder nicht mehr als Futtermittel verwendet werden können.		
	Wurzelstöcke	Der Erdanteil gilt als Zusatzstoff und darf nicht mehr als 10% der TM betragen.		ja
	Baum-, Reben- und Strauchschnitt Schnittgut aus Naturschutzpflege			
Landwirtschafts- und Forstbereich	Heu, Gras	Nur Rest- und Abfallstoffe, die nicht oder nicht mehr als Futtermittel verwendet werden können.		ja
	Ernterückstände			
	Stroh, Altstroh, Spelzen- und Getreidestaub	Arbeitsschutz bei stark staubenden Biomassen beachten. Nur Rest- und Abfallstoffe, die nicht oder nicht mehr als Lebens- oder Futtermittel verwendet werden können.		
	Getreide, Futtermittel, Obst			
	Getreide, Futtermittel, Baumschnitt aus Biomasseplantagen, die für die energetische oder stoffliche Biomassenutzung angebaut wurden (NAWARO).		Die Biomassen müssen nachhaltig erzeugt werden.	ja
	Baum-, Reben- und Strauchschnitt			ja
	Saat- und Pflanzgut			
Küchen- und Kantinenbereich	Rinde			ja
	Holzschäl- und Häckselgut	nur aus naturbelassenem Holz		ja
	Holz, Holzreste			ja
	Sägemehl, Sägespäne, Holzwolle			ja
Küchen- und Kantinenbereich	Küchen-, Kantinen und Restauratrückstände			
Pflanzliche Nahrungsmittelproduktion	Material aus Wasch-, Reinigungs-, Schäl-, Zentrifugier- und Abtrennprozessen Trester, Kerne, Schalen, Schrote oder Pressrückstände (z.B. von Ölmühlen, Treber)			
Gewässerunterhaltsbereich	Rechengut, Schwemmgut, Abfischgut			

(Pflanzliches Material)	Mähgut, Wasserpflanzen			
Tierische Nebenprodukte	Häute, Felle, Borsten, Federn, Haare Knochen	Hygienisierung nach amtlicher Landesvorschrift		
Materialien aus der Nahrungs- Lebens- und Genussmittelherstellung	Überlagerte Nahrungs-, Lebens- und Genussmittel Rückstände aus der Herstellung von Nahrungsmittelkonserven	nur pflanzliches Material		
	Fabrikationsrückstände aus der Herstellung von Nahrungsmittelkonserven Würzmittelrückstände Rückstände aus der Kartoffel-, Mais- oder Reisstärkeherstellung Rückstände aus der Milchverarbeitung Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen, Alkoholbrennereirückstände Malztreber -keime und -staub aus der Bierproduktion Hopfentreber, Trub und Schlamm aus Brauereien Trester, Weintrub, Schlamm aus der Weinbereitung Tabak, Tabakstaub, -grus, -rippen, -schlamm Tee- und Kaffeesatz Früchte Melasserückstände Ölsaatenrückstände Speisepilzsubstrate Fischrückstände Eierschalen			
Textilbereich	Zellulose-, Baumwoll- und Pflanzenfasern Fasern von Hanf, Sisal, etc. Wollrückstände und Wollstaub	nur aus unbehandelten Textilfasern		
Papierherstellung	Papierfaserchlamm	nur aus chemisch unbehandelten Holzfasern, eine Schadstoffanalyse des Papierfaserchlammes muss vorliegen		
Verpackungsmaterialien pflanzlicher Herkunft	Baumwoll- und Holzfasern	nicht chemisch verändert, ausschließlich natürlichen Ur- sprungs, unbehandelt		
Biogasanlagen	Gärreste		die Biomassen für die Biogasanlage müssen nachhaltig erzeugt werden	

Zuschlagstoffe

Zuschlagstoffe dienen der Verbesserung der Pyrolysebedingungen und Pflanzenkohle-Qualität. Ihr Anteil an der pyrolysierten Biomasse darf insgesamt 10% TM nicht übersteigen.

Gruppe	Ausgangsmaterialien	Spezielle Anforderungen basic	Spezielle Anforderungen premium	
Mineralisch-organische Bestandteile	Kalk Braunkohle Bentonit Gesteinsmehle Ton Lehm Boden			

Die Aufnahme weiterer, in der Positivliste nicht aufgeführter Biomassen kann beim Biochar Science Network (www.biochar-science.net) beantragt werden.