

Universum Kleingarten

BUND Region Hannover

Goebenstr.3a

30161 Hannover

www.bund-hannover.de

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



Terra-Preta-Kultur für Hochbeete Humusaufbau und Stärkung der Selbstversorgung

Die „Terra-Preta-Kultur“ bezieht sich auf die außergewöhnlichen Entdeckungen von dauerhaft fruchtbaren Schwarzerden im amazonischen Regenwald. Diese Erkenntnisse lassen sich auch auf unsere Breitengraden übertragen: Denn wie Wissenschaftler herausfanden, gab es in den frühen Ackerbaukulturen auch hierzulande, zum Beispiel im Wendland, von Menschen gemachte Schwarzerden, die sogenannten Nordic Dark Earth¹. Auf ihnen konnten unsere Vorfahren auf ansonsten nährstoffarmen Böden gute Erträge erzielen und sie wurden aus diesem Grunde über Jahrhunderte bewirtschaftet.

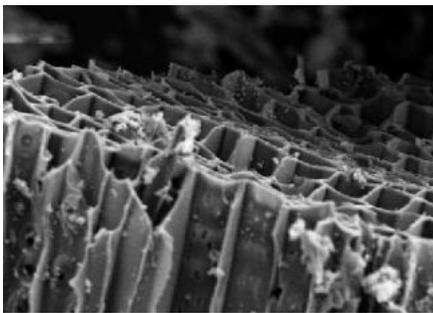
Durch das Mitkompostieren von schadstofffreier Pflanzenkohle (biochar) mit nährstoffreichen Gemüse- und Gartenabfällen, klein gehäckseltem Strauch- und Baumschnitt, Rasen- und Wiesenmahd sowie tierischem Dünger (Kaninchen, Hühner, Schafe, Ziegen Kühe, Pferde u.a.) kann innerhalb von wenigen Monaten ein fruchtbares Substrat für Kübel und Hochbeete hergestellt werden.



innerhalb von wenigen Monaten ein fruchtbares Substrat für Kübel und Hochbeete hergestellt werden.

Foto: Hochbeet in Privatgarten mit hohem Ertrag.

Was macht Pflanzenkohle interessant als Bodenhilfsstoff?



Stark vergrößerte Poren in Pflanzenkohle Foto: Dr. Carola Holweg

Ähnlich wie Tonminerale haben auch Pflanzenkohlen eine **große spezifische Oberfläche**. Diese kann bei Tonmineralen mehrere Hundert m^2/g betragen. Tonminerale ebenso wie Pflanzenkohle verfügen über eine hohe Kationenaustauschkapazität (KAK), d.h. sie sind in der Lage Stickstoff, Phosphor, Calcium und andere wertvolle Nährstoffe und Wasser zu

speichern. Tonminerale und Pflanzenkohlepartikel sind damit Grundstoff für die Bildung von Ton-Humus-Komplexen, die wenn sie zudem durch den Regenwurmdarm gewandert sind, zu einer hervorragenden, hoch konzentrierten Nährstoffquelle für alle Pflanzen werden.

Bei der Pflanzenkohle hängt die beachtliche Oberfläche (150 bis 450 m^2/g) sowie der Anteil unterschiedlich großer Poren (Mikro-, Meso- und Makroporen) vom Ausgangsmaterial ab und von der Temperatur, bei der sie pyrolysiert wird (450 bis 900°C); bei Tonmineralen vor allem von der Korngröße: je feiner, umso größer die Oberfläche. Wenn die noch heiße Pflanzenkohle direkt nach der Herstellung mit Wasser abgelöscht wird - dem sogenannten „Aktivieren“ -, lässt sich ihre Oberfläche noch mehr vergrößern. Das Verfahren wird bei Aktivkohle, aber auch bei Qualitäts-Pflanzenkohlen angewendet. Durch das Aufladen mit gelöstem organischem Dünger beim Ablöschen oder durch Mitkompostieren werden wertvolle Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium u.a. in der Pflanzenkohle gespeichert.

Stabile Pflanzenkohlen, die bei hohen Temperaturen hergestellt werden, verbringen Kohlenstoff (C) dauerhaft, über Hunderte bis Tausende von Jahren, in den Boden und sind damit auch ein Beitrag zum Klimaschutz²: Der aus dem Kohlendioxid (CO_2) gespeicherte Kohlenstoff im Holz wird so dem normalen Kreislauf organischer Stoffe von Werden und Vergehen entzogen und geht nicht mehr durch Reaktion mit

Sauerstoff (O) als CO₂ in die Atmosphäre aus. Pflanzen- oder Holzkohlepartikel bilden damit einen Teil der stabilen Humusfraktion im Boden neben den organisch-mineralischen Ton-Humus-Verbindungen³.

Welche Eigenschaften die Pflanzenkohle aber tatsächlich im Boden entwickelt, hängt vom Ausgangsmaterial⁴ ab (Holzart, ob Stroh, Gärrest, Landschaftspflegematerial u.a.) und von der Temperatur während der Pyrolyse. Beides hat auch Einfluss auf die Größe der Poren und den Anteil von Makro-, Meso- und Mikroporen in den Kohlepartikeln. Ein hoher Anteil von Makroporen ermöglicht beispielsweise eine optimale Wasserspeicherefähigkeit und Mikroporen können Medikamentenrückstände und auch Pestizide wie Glyphosat⁵ in Pflanzenkohle dauerhaft adsorbieren.

Das gilt auch für **Schwermetalle**: Interessanterweise werden gesundheitsschädliche und für das Pflanzenwachstum schädlichen Schwermetalle wie Cadmium und Blei so stark in der Pflanzenkohle gebunden, dass sie gar nicht bis kaum noch pflanzenverfügbar sind, wie es neue wissenschaftliche Studien zeigen. Auch im Boden werden Cadmium und Blei durch Pflanzenkohle immobilisiert, sodass ihre Bioverfügbarkeit damit sehr stark reduziert ist.⁶ Aber auch ein hoher Humusgehalt im Boden trägt zur Bindung von Schwermetallen bei⁷!

Eine zentrale Rolle spielt dabei der pH-Wert im Boden. Wenn dieser zu niedrig ist, also im stark sauren Bereich unter einem Wert von 6, sind viele Schwermetalle im Bodenwasser mobil und können von Pflanzen aufgenommen werden. Da Pflanzenkohle und Kompost einen deutlich höheren pH-Wert haben, wirken diese ausgleichend auf pH-Wert im Boden und heben ihn an. Daher sollte grundsätzlich (!) im Gartenboden ein pH-Wert zwischen 6 und 7 angestrebt werden.



Fotos: pH-Messgerät von Takemura.

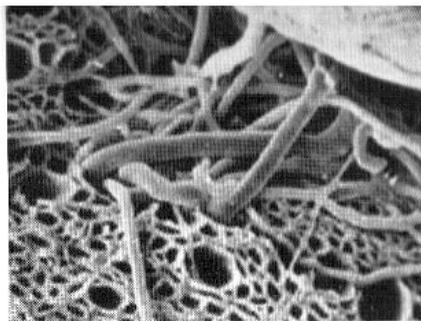


Wir haben gute Erfahrungen mit dem Takemura Soiltester gemacht, der allerdings rund 100 € kostet. Viele der von uns ge-

testeten billigen Geräte haben sich als ungenau erwiesen oder zeigen stets dieselben Werte in unterschiedlichen Böden an.

Wir empfehlen am Ende oder zu Beginn der Vegetationszeit mit einem guten pH-Messgerät an mindestens 10 verschiedenen Stellen im Gemüsebeet zu messen. Preiswerte Schnelltests, wie wir sie für die Feststellung vom Härtegrad im Wasser kennen, können erst einmal helfen, den ungefähren Säuregrad des Bodens abzuschätzen. Dabei werden die Teststreifen kurz in destilliertes Wasser gehalten, in dem vorher etwas Gartenerde verrührt wurde, und dann anhand einer Farbskala der pH-Wert abgelesen.

Der **positive Effekt für das Pflanzenwachstum von Substraten mit aufgeladener Pflanzenkohle** besteht darin, dass die in ihr gespeicherten Nährstoffe durch die Aktivität der Bodenmikroorganismen und Bodenpilzen in der Wachstumsperiode nach und nach durch die Wurzeln aufgenommen werden. Das geschieht allerdings nicht so unmittelbar wie es bei wasserlöslichem Mineraldünger (z.B. Blaukorn) erfolgt. Der Vorteil ist, dass die Nährstoffe in den Poren der Kohle gespeichert werden, so dass sie nicht durch Regen ausgewaschen und ins Sicker- und Grundwasser gelangen können: Denn erst das Zusammenspiel der mikroskopisch kleinen Boden-Mikroorganismen mit den Pflanzenwurzeln macht die Nährstoffe wieder verfügbar. Dabei spielen **Bodenpilze**



Mykorrhiza-Bodenpilz-Hyphen wachsen in Poren von Pflanzenkohle
Quelle : BIOCHAR, Environmental Management, Lehmann and Joseph, 2009

eine zentrale Rolle. So können die feinen Wurzeln (Hyphen) der Mykorrhiza-Bodenpilze Phosphat aus der Pflanzenkohle an die Pflanzenwurzeln transportieren, weil ihre Hyphen selbst in die winzigen Poren der Kohle wachsen, die kleiner als 10 μm sind und für Pflanzenwurzeln zu klein wären⁸.

Durch diese allmähliche Nährstoffabgabe hat ein mit aufgeladener Pflanzenkohle

gedüngter Boden eindeutige Umweltvorteile gegenüber Gülle und mineralischem Dünger. Wir kennen alle die Probleme in Niedersachsen, wo auf 59 Prozent der Landesfläche (Stand 2015) das Grundwasser wegen hoher Nitratwerte in einem schlechten Zustand ist. Insbesondere in Gebieten mit Massentierhaltung werden die Nitrat-Grenzwerte nach der Trinkwasserverordnung weit überschritten. Wenn mehr leicht löslicher Stickstoff im Gartenboden ist, als die Pflanzen aufnehmen können, ist das umweltgefährlich.

Unser Ziel sollte sein, egal ob mit oder ohne Pflanzenkohle Stickstoff im Dauerhumus zu speichern, damit er erst zu Beginn der Vegetationsperiode den Pflanzen als Nährhumus nach und nach zur Verfügung steht. Pflanzenkohle kann hier in Verbindung mit gutem Kompost eine Schlüsselrolle spielen. Die Terra-Preta-Komposttechnik fördert nachhaltig die Dauerhumusbildung und verbessert die Nährstoff- und Wasserhaltefähigkeit. Im Boden werden mit der alternden Pflanzenkohle Ton-Humus-Komplexe gebildet, die aus feinen Kohle- und Tonpartikeln, Sand, organischer Masse, wassergefüllten Poren, Mikroben, Bodenpilzen bestehen: also einem lebendigen Gartenboden.

Wenn während der Vegetationszeit nur ein Teil des Dauerhumus in Nährhumus umgewandelt wird, steigt von Jahr zu Jahr der Humusgehalt im Boden und die Gartenerde wird immer dauerfruchtbarer. In einem Gartenboden ist ein Humusgehalt von mindestens 4 Prozent wünschenswert, wie es auch vom Bundesverband der deutschen Gartenfreunde e.V. gefordert wird. Die Landwirtschaftskammer NRW empfiehlt für leichte bis mittlere Gartenböden Humusgehalte von mindestens 4 Prozent, für schwere Böden sogar 6 Prozent.

Der **hohe Humusgehalt im Boden fördert auf natürliche Weise das Bodenleben und damit die Bodenfruchtbarkeit,** weshalb auf Kunstdünger verzichtet werden kann. Ein weiterer **positiver, klimarelevanter Effekt** ist, dass durch den Humusaufbau, auch in Verbindung mit Pflanzenkohle – wie beretis erwähnt - der Atmosphäre CO₂ entzogen und im Boden als Kohlenstoff (C) dauerhaft gespeichert wird.

Doch der Boden braucht auch Pflege: Durch Mulchen bleibt der Boden immer bedeckt, ebenso durch Gründüngung⁹ nach der Ernte und durch jährliches Einarbeiten von gut ausgereiftem Kompost kann die-

ser Prozess noch optimiert werden. Mit Pflanzenkohle-Kompost lassen sich in Beetkisten bzw. Hochbeeten und Kübeln sehr gute Erträge erzielen. Wenn ca. 10 Prozent Pflanzenkohle beigemischt ist, reduziert sich zudem das allzu schnelle Absacken des Substrats durch den sich zersetzenden Kompost im Sommer.

Kohle ist nicht gleich Kohle! Auf Qualität achten!

Vorbedingung für das Gärtnern mit Pflanzenkohle ist, dass ausschließlich unbelastete, qualitätsgeprüfte Pflanzenkohle oder Pflanzenkohle-substrate verwendet werden. Entsprechend der zurzeit gültigen Düngemittelverordnung (DüMV) dürfen nur Holzkohlen als Trägersubstanz für Dünger oder als Ausgangsstoff für Kultursubstrate in Böden verbraucht werden, die 80 % Kohlenstoffgehalt (C-Gehalt) in der Trockenmasse (TM) haben und in Bezug auf Schadstoffe den Vorsorgewerten des Bodenschutzes und der Düngemittelverordnung entsprechen. Solche Qualitätspflanzenkohlen sind bei einigen Herstellern in Deutschland erhältlich, die dies auch entsprechend deklarieren. Warum jedoch keine Pflanzenkohle aus unbelasteten Gartenresten hergestellt werden soll, die einen geringeren C-Gehalt hat, erschließt sich uns nicht. Das EBC¹⁰, das freiwillige Europäische-Pflanzenkohle-Zertifikat gibt sinnvoller Weise einen C-Gehalt von 50 % als Untergrenze vor.

Die im EBC enthaltenen strengen Werte für Schadstoffe wie PAKs¹¹, insbesondere das krebserregende Benzo(A)pyren und Schwermetalle sind aus BUND-Sicht zwingend erforderlich, um die menschliche Gesundheit, den Gartenboden und die auf und in ihm lebende Flora und Fauna zu schützen.

Wir warnen deshalb explizit davor, billige Pflanzenkohlen aus dem Internethandel zu beziehen, die nicht einer eindeutigen Qualitätskontrolle unterliegen und wo dies nicht durch Zertifikate und Veröffentlichung von Analysewerten auf der Website nachgewiesen wird. Einige Händler preisen ihre Produkte mit nicht geschützten Begriffen wie „schadstoffarm“ oder „aktiviert“ ohne Nachweis an. Nicht nur in Hannover kam es bereits dazu, dass belastete und damit illegale Kohle aus dem Internethandel in Kleingärten eingebracht wurde mit der Folge, dass diese zum Schaden der vom Händler betrogenen GärtnerInnen kostenpflichtig als Sonderabfall entsorgt werden musste.

Die Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Umwelt und Stadtgrün, weist darauf hin, dass in städtische Böden keine Pflanzenkohle eingebracht werden darf und dass in Kleingärten auf städtischen Böden diese Kulturtechnik nur für Kasten- oder Hochbeete in Kästen erlaubt ist. Das gilt nicht für Privateigentümer von Gärten. Aber auch hier sollte unbedingt auf garantiert unbelastete Pflanzenkohle im eigenen und Umwelt-Interesse geachtet werden.

Um die ständig steigenden Angebote von Pflanzenkohle transparenter zu machen, stellt der BUND eine Positivliste von seriösen Herstellern und Händlern von Pflanzenkohle her, aktualisiert sie und veröffentlicht sie auf der Website. Für Qualität stehen neben der Zulassung als Düngemittel u.a. eine Zertifizierung nach dem EBC, eine Listung des Substrats auf der für den Bioanbau geeigneten Betriebsmittelliste der FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau), eine Kontrolle und Zulassung durch die zuständigen Landesämter oder regelmäßige Analysen in Anlehnung an das EBC durch ein akkreditiertes Labor. Andere Deklarationen mit positiv klingenden Begriffen ohne Nachweis müssen hinterfragt werden. Sie stellen keine Qualitätsgarantie dar!

Kompostieren oder Fermentieren?

Die zwei Techniken „Kompostierung mit Pflanzenkohle“ und „Fermentieren mit Pflanzenkohle“ werden ausführlich in der BUND-Broschüre „Selber Humus aufbauen mit Kompostierung oder Terra Preta-Technik“ beschrieben. Diese ist beim BUND Region Hannover erhältlich. Beide Techniken sind möglich und sinnvoll.

Wer allerdings nur auf „Balkonien“ kompostiert, sollte die Bokashi-Methode anwenden, um Geruchsbelästigung zu vermeiden und schnell die organischen Küchenabfälle zu konservieren. Sie ähnelt stark der Art und Weise wie unsere Vorfahren Sauerkraut, Gurken und anderes Gemüse durch Fermentation haltbar gemacht haben. Es handelt sich vor allem um einen Prozess unter Sauerstoffabschluss. Eine Kompostierung hingegen läuft optimal mit viel Sauerstoff ab, indem der Kompost mehrmals umgesetzt und damit belüftet wird. Auch eine Wurmbox ist für den Balkon eine gute Möglichkeit, um fruchtbaren

Regenwurmkompost zum Düngen von Kübeln, Zimmerpflanzen und Balkonkästen zu ermöglichen. Anleitungen zum Bau und Betrieb von Wurmfarmen sowie Bezugsquellen für geeignete Würmer sind im Internet zu finden.

Eine Rezeptur, wie mit milchsäuren Bakterien organische Substanz (Bokashi-Prinzip) mit Pflanzenkohle fermentiert werden kann, wird hier vorgestellt. Effektive Mikroorganismen (EM) für die Herstellung von Mikrobenlösungen können im Internet bestellt werden; u.a. bei EM-Chiemgau oder Triaterra. Auch Bio-Sauerkrautsaft kann verwendet werden, allerdings möglichst ohne Salz.

Rezepturen für Mikrobenlösungen

Herstellung einer Mikrobenlösung

Man beginnt mit einem Heuaufguss: abgekochtes warmes Wasser mit Heu vermischen, in einem sauberen Gefäß einige Tage stehen lassen bis sich mit dem Heubakterium *Bacillus subtilis* ein weißlich aussehender Schleim darauf bildet.

Vermehrung der Mikrobenlösung: 1 Liter abgekochtes Wasser wird mit 1 Esslöffel braunem Rohrzucker und 1 Esslöffel Molkepulver vermischt und auf Körpertemperatur heruntergekühlt. Dann wird diese Mischung der Mikrobenlösung beigefügt. Die Lösung sollte nie vollständig aufgebraucht werden, so erübrigt sich ein Neuansatz. Bei längerer Abwesenheit sollte dafür gesorgt werden, dass die Lösung nach 2 bis 3 Wochen mit Reservezucker gefüttert wird.

Aufbewahrung der Mikrobenlösung: Am besten wird die Lösung in einem Plastikeimer mit Deckel aufbewahrt (Deckel aufliegen lassen oder von Zeit zu Zeit kurz öffnen). Die Lagerungstemperatur sollte um 20 bis 25° C liegen, höhere Temperaturen (ab Fiebertemperatur) sind auf Dauer schädlich. Bei Kälte nehmen die Mikroben eine Ruhestellung ein und werden bei steigenden Temperaturen wieder aktiv. Eine Reserveportion kann im Marmeladenglas im Kühlschrank oder als Eiswürfel im Tiefkühlfach gelagert werden.

Anaerobe Rezeptur für Pflanzenkohle-Kompost (Angaben jeweils in Volumenprozent, geeignet für kleinere Mengen, z.B. bei Topf- oder Hochbeetkultur)

- ✓ ca. 10 % Pflanzenkohle, fein gemahlen. Achtung: vorher befeuchten, damit keine Staumentwicklung entsteht!
- ✓ 30 % leicht zersetzbare, zerkleinertes organisches Material (Grasschnitt, Küchenabfälle)
- ✓ 10 % zellulosereiches Material (möglichst gut zerspleister Holzhäcksel oder fein geschnittener Strauchschnitt)
- ✓ 40 % tierischer Mist (bei Hühnerkot reicht weniger).
- ✓ 2 % mineralische Bestandteile wie kohlenaurer Kalk (kein Branntkalk!) und/oder Gesteinsmehl. Vor allem Calcium ist wichtig zur Erhöhung des pH-Werts, der im Boden für Gemüse 6 bis 7 betragen sollte.
- ✓ 5 bis 6 % Bentonit (oder Lehmerde). Das ist nur bei Sandböden nötig, damit sich Ton-Humus-Komplexe bilden können, eine Vorstufe von Dauerhumus
- ✓ 2 % Mikrobienlösung (alternativ Effektive Mikroorganismen; oder Bio-Sauerkraut).

1. Schritt: Fermentation des fest zusammengepressten organischen Materials in einem luftdicht verschlossenen Behältnis (Eimer/Tonne mit Deckel verschließen; beim Plastiksack die Öffnung zusammendrehen und den Sack umgedreht auf den Boden legen). Dauer: ca. 2 Wochen oder mehr, je nach Temperatur (Jahreszeit).

2. Schritt: Vererdung des fermentierten Materials in einer Erdgrube, als Miete oder in einem Lattenkomposter mit Bodenkontakt. Dauer: ca. 2 bis 12 Monate, je nach Art und Menge der verwendeten Materialien.

3. Schritt: Verwendung des Terra Preta-Ansatzes. Besonders geeignet dafür sind Hoch- und Kastenbeete.

Trenntoiletten

Auch sogenannte „Komposttoiletten“ lassen sich mit Pflanzenkohle optimieren. Dafür eignen sich insbesondere Trenntoiletten, um den

Urin zum Aufladen von Pflanzenkohle direkt zu nutzen. Diese Systeme kommen völlig ohne Chemie aus; durch den Zusatz von Milchsäurebakterien bzw. Mikrobenlösungen oder EM werden die Toiletten hygienisiert, d.h. Bakterien werden im anaeroben Milieu abgebaut und zerstört. Um auf der sicheren Seite zu sein, sollten ausschließlich geschlossene Systeme verwendet werden ohne direkten Bodenkontakt. Mit Urin aufgeladene Pflanzenkohle ist reich an Stickstoff und Phosphor; beides ist wertvoll für das Pflanzenwachstum. Bei Verwendung von menschlichen Fäkalien (Terra Preta-Humus-Toilette) wird eine Vererdung von mindestens 12 Monaten empfohlen. Das vererdete Material aus der Humustoilette sollte nicht für den Gemüseanbau, sondern nur für Zierpflanzen und Bäume und Sträucher im eigenen Gartenkreislauf verwendet werden.

- Wasserkontor www.komposttoilette.de
- Berger Biotechnik www.berger-biotechnik.de
- TriiTerra (TP-Toilettenstreu, Zubehör, EM u.a.) www.triaterra.de

Tipps zur Bepflanzung von Hochbeeten



Wer ein Hochbeet bauen möchte, dem sei die Anleitung von aha, dem regionalen Abfallentsorger der Region Hannover empfohlen¹².

Foto: Milpa im KGV Vereinigte Steintor-masch.

Für die erste Bepflanzung eignen sich Starkzehrer.

Sie entziehen dem Boden viel Stickstoff und benötigen reichlich orga-

nischen Dünger z.B. durch reifen Kompost. Zu den stärker zehrenden Pflanzen zählen Paprika, Kohl, Lauch, Kartoffel, Erdbeere, Tomate, Aubergine, Gurke, Zucchini, Kürbis und Mais. In den Folgejahren werden Mittelzehrer kultiviert. Dazu gehören u.a. Spinat, Mangold, Zwiebeln, Kopfsalat, Kohlrabi, Knoblauch und Möhren. Wenn der Oberboden des Hochbeets nicht mit Kompost nachgedüngt wird, folgen danach schwach zehrende Pflanzen wie z. B. Kräuter, die unter natürlichen Bedingungen auf nährstoffarmen Standorten wachsen, Rukola sowie Leguminosen wie Bohnen und Erbsen, die sich mithilfe ihrer Knöllchenbakterien an den Wurzeln Stickstoff aus der Luft holen.

Eine ertragreiche Anbauweise für ein Hochbeet ist die **Milpa-Mischkultur**, ein gartenbauliches System, das von den Mayas bis heute betrieben wird. Eine Milpa ist für ein weniger hohes Hochbeet gut geeignet. Die Hauptkultur bilden die „drei Schwestern“ Mais, Bohnen und Kürbis (oder Zucchini). Gemeinsam angebaut bilden sie eine Symbiose: Der Mais dient den Bohnen als Rankhilfe, die Bohnen liefern dem Mais Stickstoff, während die großen Kürbisblätter den Boden bedecken, Erosion durch Regen und Austrocknung stark reduzieren und das ausgasende CO₂ aus den Maiswurzeln am Boden halten und damit das Wachstum fördern. Kräuter, Amarant, essbare Blumen, Chilis und Tomaten wachsen am Rande der Milpa. Mehr zu Milpa ist auf der BUND- Hannover Website unter Themen /Nutzpflanzen /Milpa.

Bezugsquellen: Pflanzenkohle und Substrate mit Pflanzenkohle, Saatgut, torffreie Erden, Effektive Mikroorganismen

Eine aktuelle Liste ist unter www.bund-hannover.de unter Themen „Boden und Terra Preta“ – „Bezugsquellen für Pflanzenkohle“.

Aha Abfallwirtschaftsbetrieb der Region Hannover: <https://www.aha-region.de/> Torffreie Hannoversche Pflanz- und Gartenerde, Qualitätskompost – geprüft durch Gütegemeinschaft Kompost.

BUND Region Hannover : www.bund-hannover.de / Themen / Nutzpflanzen (Mais-,Tomatensorten; Milpa, Links zu anderen Saatgutherstellern)

Saatgut: Verein zur Erhaltung der Nutzpflanzenvielfalt e. V.
www.nutzpflanzenvielfalt.de

Effektive Mikroorganismen www.em-chiemgau.de

Impressum

BUND Region Hannover

Goebenstr. 3a - 30161 Hannover

universum@nds.bund.net / www.bund-hannover.de

Text: S. Maurer-Wohlatz, A. Preißler-Abou el Fadil,

Jan Heeren / Fotos: Sofern nicht beschriftet: BUND



Wir bedanken uns für die Förderung der Broschüre durch die Niedersächsische BINGO Umweltstiftung im Rahmen des Projektes ©Universum Kleingarten!



¹ Katja Wiedner et al.: Anthropogenic Dark Earth in Northern Germany — The Nordic Analogue to terra preta de Índio in Amazonia, 2014

² Lehmann, Joseph "Biochar – Environmental management, Science and Technology", 2009

³ Scheffer, Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, 16. überarbeitete Auflage, 2010, S. 74

⁴ Quicker und Weber, Hrsg.: Biokohle – Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von Biomassekarbonisaten, 2016 (Springer Vieweg)

⁵ Herath, I., Kumarathilaka, P., Al-Wabel, M.I., Abduljabbar, A., Ahmad, M., Usman, A.R.A., Vithanage, M., 2016 – Mechanistic modeling of glyphosate interaction with rice husk derived engineered biochar. Microporous Materials

⁶ Jin Hee Park et al, Plant and Soil: "Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals", 2011

⁷ Scheffer, Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde, 16. überarbeitete Auflage, 2010, S.69

⁸ Hammer et al. "Biochar increases arbuscular mycorrhizal plant growth enhancement and ameliorates salinity stress. 2014

⁹ Siehe BUND Broschüre: "Humusaufbau und Bodenleben fördern mit Gründüngung als Zwischenkultur und Untersaat.

¹⁰ EBC = European Biochar Certificate – www.european-biochar.org/de

¹¹ PAK=Polyzyklisch Aromatische Kohlenwasserstoffe

¹² [https://www.aha-](https://www.aha-region.de/fileadmin/Download/ahaplus/2013_08_07_Hochbeet_14.pdf)

[region.de/fileadmin/Download/ahaplus/2013_08_07_Hochbeet_14.pdf](https://www.aha-region.de/fileadmin/Download/ahaplus/2013_08_07_Hochbeet_14.pdf)