

BUND KG Region Hannover

www.bund-hannover.de

BUND KG Hameln-Pyrmont

www.bund-hameln.net

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



Selber Humus aufbauen mit Kompostierung oder Terra Preta-Technik



Als Editorial: Ein Lob des Regenwurms!



Links: Regenwürmer im Kompost

Regenwürmer arbeiten in einen Garten- oder Ackerboden 6 t organisches Material ein oder mehr, wenn sie genug zu „fressen“ bekommen. Im Wurmkompost werden die mineralischen Bestandteile des Bodens und die

Nährstoffe aus der organischen Masse angereichert und pflanzenverfügbar für gutes Wachstum gemacht. Regenwürmer können 100 t fruchtbaren Regenwurmkompost pro Hektar produzieren oder mehr! Er enthält ein Vielfaches an Nährstoffen und Spurenelementen als die „normale“ Erde.

Rechts: Regenwurmwanderkompost. Durch die Lochsteine können Regen- und Kompostwürmer vom bereits gut zersetzten, fertigen Kompost (unten) in den kontinuierlich frisch befüllten wandern, um ihre fruchtbare Arbeit fortzusetzen.



Links: Glücklicherweise sind die Zeiten vorab, als Regenwürmer als angebliche Schädlinge mit Gift verfolgt wurden: Sie ernähren sich ausschließlich von abgestorbenem pflanzlichen Material und nicht von lebenden Wurzeln!

| | |
|---|----|
| Inhalt | 1 |
| Vorbemerkungen | 2 |
| Unsere heimlichen Helfer im Garten | 2 |
| Humus macht den Boden fruchtbar | 4 |
| Verschiedene Methoden zum Humusaufbau im Garten | 6 |
| Traditionelle Kompostierung | 7 |
| Der Standort | 7 |
| Die Wahl des Kompostbehälters | 8 |
| Die Anlage einer Kompostmiete | 10 |
| Das Kompostmaterial | 11 |
| Laubkompost | 12 |
| Was nicht in den biologischen Gartenkompost gehört | 12 |
| Wildkräuter in den Kompost? | 13 |
| Rotte und Reifung | 14 |
| Kompostierung mit Terra Preta-Technik | 17 |
| Terra Preta-Schwarzerdeböden, Verfahren und Vorteile | 17 |
| Materialien für Pflanzenkohle-Kompost nach Terra Preta-Art | 18 |
| Methode mit anaerober Fermentierung von Pflanzenkohle-Bokashi | 22 |
| Methode mit aerober Pflanzenkohle-Kompostierung | 25 |
| Terra Preta-Technik für Hochbeete oder Palettenbeete | 26 |
| Verwendung von Kompost und Pflanzenkohle-Kompost im Garten | 27 |
| Stark-, Mittel- und Schwachzehrer im Gemüse- und Kräutergarten | 28 |
| Humusförderung und -pflege durch Mulchen | 29 |
| Wege zum nachhaltigen Gartenbau | 30 |
| Zusammenfassender Überblick in Stichworten | 33 |
| Literatur und Links | 35 |
| Anhang: Stickstoff-Kohlenstoffverhältnis mit Tabelle | 39 |
| Danksagung und Impressum | 41 |

Vorbemerkungen

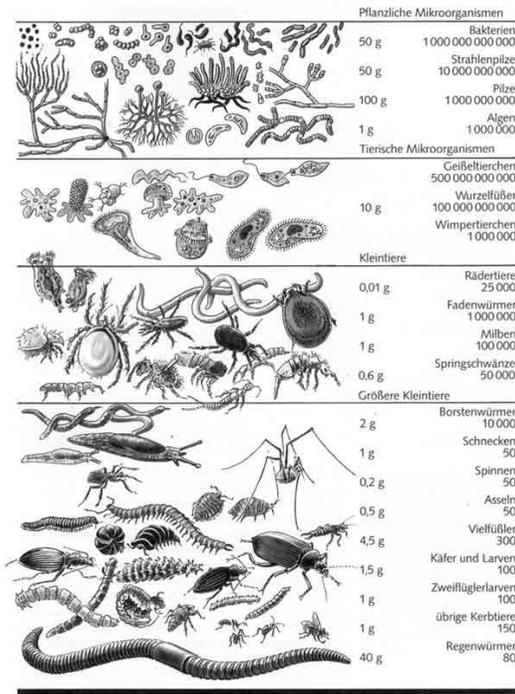
Unsere heimlichen Helfer im Garten

Wer seinen Garten naturnah und umweltfreundlich bewirtschaften möchte, sollte nicht vergessen, welche Rolle die für uns oft unsichtbaren, mikroskopisch kleinen Helfer spielen. Sie sind es, die für uns einen produktiven Boden für gesundes Pflanzenwachstum und reiche Ernte ohne Mineraldünger und synthetische Pflanzenbehandlungsmittel erzeugen. „Die Fruchtbarkeit des Bodens hängt von der Anwesenheit einer vielfältigen Gemeinschaft lebendiger Organismen ab, der biologischen Vielfalt des Bodens. Versorgt man sie ausreichend mit Nahrung, wie zum Beispiel abgestorbene organische Substanz, beginnen sie mit der Zersetzung und Umwandlung in Humus – komplexes organisches Material, das den Pflanzen notwendige Nährstoffe liefert. Humus lässt sich nicht künstlich von Menschen herstellen, sondern ist das Ergebnis der Arbeit des Bodenlebens.“¹ Deshalb möchten wir in dieser Broschüre kurz die hervorragenden Leistungen dieser Bodenlebewesen vorstellen.

Die Bedeutung des Bodenlebens hatte bereits vor 100 Jahren der Biologe Raoul Heinrich Francé erkannt und dies mit dem Begriff Edaphon beschrieben (von griech. *edaphos* = Erdboden). Der Begriff bezeichnet somit die Gesamtheit aller Bodenorganismen.² Diese werden allgemein in die sogenannte Bodenflora (Bakterien, Strahlenpilze, Pilze, Algen, Flechten) und Bodenfauna untergliedert. Die Bodenfauna besteht aus der Mikrofauna (Wimperntiere, Geißeltiere, Amöben, kleine Fadenwürmer), Mesofauna (Springschwänze, Rädertiere, Milben), Makrofauna (Borstenwürmer, Asseln, Regenwürmer und diverse Insekten) sowie Megafauna wie z.B. Wühlmäuse, Spitzmäuse und Maulwurf. Diese Bodenflora und -fauna werden wir auch in unserem Kompost oder in humusreicher Erde wiederfin-

¹ EU: Fabrik des Lebens (2010, S. 6)

² Francé: Edaphon, Neuauflage (1995)



den. In der Grafik³ ist die Mikro-, Meso- und Makrobodenfauna zu sehen.

In unserem Kompost und auch in der Mulchschicht befindet sich abgestorbenes und lebendes pflanzliches Material aus unserer lokalen Umgebung als überaus wertvolles „Futter“ für die vielen kleinen und kleinsten Lebewesen und Bodenpilze. Die gezielte Förderung dieser bodenbiologischen Vielfalt ist der Schlüssel zu einer natürlichen Bodenfruchtbarkeit.

Hierbei sind einige Spezialisten unter den Mikroorganismen zu erstaunlichen Leitungen fähig und können z.T. den ursprünglich rein mineralisch geprägten Boden zu einem „lebendigen Organismus“ verwandeln. „In einer Handvoll Boden können zahlenmäßig gesehen mehr Bodenorganismen leben, als es Menschen auf der Erde gibt. Abhängig von der Qualität des Bodens können in einem Bodenwürfel von 10 cm Kantenlänge bis zu 10 Milliarden Bodenlebewesen vorkommen. Trotzdem beträgt der Gewichtsanteil aller ständig im Boden lebender Organismen weniger als 1 % der gesamten Bodensubstanz. Das verdeutlicht, wie klein diese Organismen sind.“⁴

³ aus Montgomery: Dreck (2010); mit freundlicher Genehmigung des Oekom-Verlags

⁴ <http://hypersoil.uni-muenster.de/0/06/03.htm>

Bisher ist kaum ein Prozent dieser Mikroorganismen erforscht. Hin-gegen ist der Regenwurm mit seinen bodenbelüftenden und boden-verbessernden Leistungen uns allen bekannt. Und wussten Sie schon, dass Regenwürmer pro Quadratmeter Boden bis zu 10 kg fruchtbaren Regenwurmkot produzieren können und dieser je nach Bodenqualität deutlich mehr Stickstoff, Phosphor und Kalium als der umgebende Boden enthält?⁵ Welche enormen Dienstleistungen erbringt diese Lebensgemeinschaft im Dunkeln unter unseren Fü-ßen! Der Naturschutzpionier, Biogärtner und Erfinder des Eulenna-turschutzsymbols, Kurt Kretschmann, hat den Regenwurm sehr pas-send als „Baumeister fruchtbarer Böden“ bezeichnet und ihm sogar ein Denkmal gesetzt.

Humus macht den Boden fruchtbar

Organisches Material ist also sehr wertvoll – zu wertvoll, um „weg-geworfen“ zu werden. Außerdem ist es ökologisch sinnvoller, anfal-lende Küchen- und Gartenabfälle vor Ort zu nutzen und diese dem natürlichen Stoffkreislauf wieder zuzuführen. Das spart zudem Transportwege zu zentralen Kompostieranlagen sowie Gebühren und ist ein wesentlicher Beitrag zur Abfallvermeidung. Deshalb wol-len wir hier Methoden vorstellen, wie sich Humus im Garten durch Kompost bzw. Pflanzenkohle-Kompost aufbauen lässt.

Humusreiche Böden haben eine krümelige Struktur. Diese Krümel-struktur sorgt zum einen dafür, dass der Boden Wasser besser spei-ichert. Zum anderen profitieren auch die Pflanzenwurzeln davon, indem sie ausreichend mit Luft versorgt werden und sich in dem Krümelgefüge wesentlich besser entwickeln können, als es unter verdichteten Bodenverhältnissen der Fall ist. Außerdem wird Humus von Bodenorganismen fortwährend weiter zersetzt und umgebaut. Gleichzeitig fungiert die organische Substanz des Bodens als lang-fristiger Nährstoffspeicher. Biologische, physikalische und chemi-

⁵ FIBL: Regenwurm (2013)

sche Prozesse schützen die Pflanzennährstoffe in einem gesunden und intakten Boden vor Auswaschung, so dass diese nicht verloren gehen. Durch die Mineralisierung werden sie langfristig wieder als pflanzenverfügbare Nährstoffe freigesetzt und über die Feinwurzeln von den Pflanzen je nach Bedarf aufgenommen – oft in Symbiose mit Wurzelpilzen, der so genannten Mykorrhiza.

Als Faustzahl gilt: Ein guter, gesunder und humusreicher Boden enthält rund 45 % mineralische und 5–10 % organische Substanz, der übrige Teil besteht aus Wasser (23 %) und Luft (25 %). Je nach Region und Standort kommen verschiedene Bodentypen vor.

Wir unterscheiden drei Boden-Grundtypen:

- Tonboden setzt sich aus sehr feinen Teilchen zusammen, die sich ohne ausreichende Durchwurzelung stark verdichten können und nach dem Regen verkleben. In trockenem Zustand wird er steinhart und reißt auf. Die Farbe tendiert zu Ocker.
- Sandboden besteht aus feinen Sandpartikeln und Kies, der ihn sehr durchlässig macht. Sandiger Boden ist hell und weist meist eine gelbe bis hellbraune Färbung auf. In der Regel enthält er wenig organisches Material.
- Lehmboden setzt sich zu annähernd gleichen Teilen aus Sand, Ton und Lehm zusammen. Die typische Farbe ist dunkelbraun, da er oft viel organisches Material enthält.

Durch regelmäßige Zufuhr von organischem Material oder den Anbau von Mischkultur mit angepasster Fruchtfolge und reduzierter Bodenbearbeitung lässt sich ein standortspezifisch optimaler Humusgehalt aufbauen bzw. erhalten. Der Humusgehalt entscheidet über die Ertragsfähigkeit und Ertragsstabilität des Bodens, beeinflusst klimarelevante Funktionen wie Wasserhaltevermögen und Treibhausgasbildung und reduziert die Nitratbelastung im Grundwasser.

Verschiedene Methoden zum Humusaufbau im Garten

Im Folgenden werden zwei Methoden zum Humusaufbau vorgestellt, die sich in wesentlichen Punkten voneinander unterscheiden:

- die lange praktizierte **traditionelle Kompostierung** von Grün- und Bioabfällen, bei der die Biomasse einer Verrottung mit mehr oder weniger hoher Wärmeentwicklung unterzogen wird,
- die **Kompostierung mit Terra Preta-Technik**, bei der die Biomasse unter Zusatz von bis zu 20 % Pflanzenkohle (auch Biokohle oder Biochar genannt) einer mikrobiologischen Behandlung unterzogen wird und im Garten als bodenverbesserndes Pflanzsubstrat (Pflanzenkohle-Kompost) genutzt werden kann. Der Begriff „Terra Preta“ kommt aus dem Portugiesischen und bezeichnet eine besonders fruchtbare humusreiche „Schwarze Erde“ in Amazonien (Brasilien), die laut Forschung von Archäologen und Bodenkundlern⁶ auf die nachhaltige Wirtschaftsweise präkolonialer Ureinwohner zurückzuführen ist. Trotz der hohen Temperaturen und Niederschläge und einer relativ intensiven Gartenbaukultur in früheren Zeiten bildeten sich im Kontext einstiger Siedlungsstrukturen dauerfruchtbare, bis zu 2 Meter mächtige Schwarzerde-Böden heraus. Sie sind über viele Jahrhunderte erhalten geblieben und haben ihre positiven Eigenschaften bis heute nicht verloren⁷.

Diese wirksame Form des Humusaufbaus kann auch heutzutage mittels Terra Preta-Technik praktiziert werden. Schlüsselement ist hierbei Pflanzenkohle, die mit Pflanzennährstoffen angereichert und biologisch aktiviert werden muss⁸. Die biologische Aktivierung lässt sich auf zwei Wegen realisieren:

⁶ siehe Glaser (1999)

⁷ Neuere Funde wie z.B. die Nordic Dark Earth im Wendland, die eindeutig durch menschliche Einwirkung entstanden ist, zeigen, dass vergleichbare Böden auch im gemäßigten Klima entstehen konnten; siehe Wiedner (2014)

⁸ siehe Fischer (2013)

1. Anaerobe Fermentierung von Pflanzenkohle-Bokashi⁹ (ohne Sauerstoffzufuhr): Das Ausgangsgemisch wird unter Luftabschluss milchsauer fermentiert (anaerobe Phase), ähnlich wie es von der Sauerkraut- oder Silageherstellung bekannt ist. Dadurch wird das organische Material hygienisiert und zeitweise konserviert. Nach Abschluss dieser Phase kann es – gut belüftet – einer Reifung in offenen Behältern mit Bodenkontakt zugeführt oder direkt als Mulchschicht auf dem Boden ausgebracht werden (aerobe Phase).

2. Aerobe Pflanzenkohlekompostierung (mit Sauerstoffzufuhr): Das Gemisch aus Pflanzenkohle und organischer Biomasse wird gemeinsam kompostiert. Hierbei kommt es wie bei der traditionellen Kompostierung zu einer i.d.R. höheren Wärmeentwicklung, die positiv zur Hygienisierung beiträgt. Dies ist für den Praktiker der einfachste Weg durch die Nutzung der Pflanzenkohle den Kompostierungsvorgang zu optimieren, Verluste und Emissionen zu verringern und ein der Schwarzerde ähnliches Produkt mit einem hohen Anteil an stabilem Dauerhumus zu erzeugen.

In beiden Fällen entsteht im weiteren Verlauf wertvoller Pflanzenkohle-Kompost.

Traditionelle Kompostierung

Der Standort

Für das Kompostbeet sollte ein windgeschützter Platz in einer Ecke des Gartens ausgesucht werden, der möglichst bequem vom Haus oder mit einer Schubkarre erreichbar ist und in dessen Nähe sich eine Wassertonne oder ein Wasseranschluss befindet. Kompost sollte während trockener Perioden regelmäßig bewässert werden, um die natürliche Rotte zu fördern. Wir schütten dann eine größere Gießkanne mit Regenwasser darüber. Der Standort braucht in unserer nördlichen Region – entgegen landläufiger Meinung – nicht unbedingt halbschattig zu sein. Im Gegenteil, Sonnenschein kann gera-

⁹ Japanisch: „Allerlei“

de zu Beginn die Kompostierung beschleunigen. Ein Holunder am Kompost wirkt harmonisch auf das Bodenleben. Holunder kann durch einen regelmäßigen Schnitt in jede beliebige Form gezogen werden, so dass der Kompostplatz auch optisch ansehnlich gestaltet wird.

Wenn sich der Kompostplatz auf tonigem Untergrund befindet, ist es sinnvoll, den Boden mit einer Drainageschicht aus Sand zu bedecken, um Staunässe im Kompost zu vermeiden. Um vorzubeugen, dass Wühlmäuse über den Boden in den Kompost einwandern, kann der Kompostplatz mit Lochsteinen ausgelegt werden. Der Bodenkontakt bleibt somit erhalten und später können Regenwürmer einwandern.

Viele Tiere profitieren vom Kompostplatz und einige von ihnen haben Regenwürmer aus dem Kompost auf ihrem Speiseplan. Da es in einem gesunden Kompost vor Regenwürmern nur so wimmelt, sollten wir ihnen diese gönnen. In Kompostnähe leben gerne die unter Naturschutz stehenden Erdkröten und Maulwürfe, aber auch andere nützliche Tiere wie Spitzmäuse, Brandmäuse, Igel und Vögel. Über alle diese Tiere sollten wir uns freuen, denn sie zeigen, dass ein Garten ökologisch intakt ist. Sie helfen, viele Schädlinge kurz zu halten wie z.B. die Nacktschnecken, die ebenfalls gerne am Kompost leben. Und einen Igel im Garten zu haben ist ein großes Glück, denn er ist der Schneckenfeind Nr. 1. Deshalb empfehlen wir die zusätzliche Anlage eines Nistplatzes für Igel und den Bau eines Winterunterschlupfes für den stacheligen Gesellen.

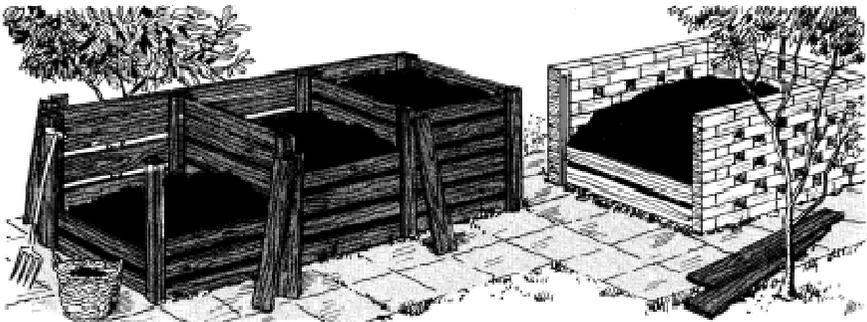
Die Wahl des Kompostbehälters

Bei der Eigenkompostierung im Garten empfiehlt sich ein halboffener Komposter aus Holz, Metall oder Ziegeln oder die Anlage einer offenen Kompostmiete, vorausgesetzt es ist genug Platz im Garten. Beim Selbstbau eines Gestells darf auf keinen Fall mit Schadstoffen belastetes Holz verwendet werden. Durch Ausdünstung und Auswa-

schung gelangen Schadstoffe oder giftige Holzimprägnierungen in den Humus und möglicherweise in die Pflanzen. Es sollte also nur unbehandeltes Holz (bspw. Palettenholz) verwendet werden oder druckimprägnierte Kompostbehälter mit wasserunlöslich fixierten Schutzsalzen. Es gibt auch hochwertige, lange haltbare Stecksysteme aus Metall im Handel. Diese sind zwar teurer, können sich durch ihre höhere Belastbarkeit und Nutzungsdauer jedoch langfristig durchaus rentieren. Des Weiteren existieren ebenfalls qualitativ hochwertige Thermokomposter aus Kunststoff (siehe dazu Stiftung Warentest).

Ein Komposter sollte nicht zu groß sein, also bis ca. 1 qm Grundfläche haben. Bei größerem Bedarf empfiehlt es sich, mehrere nebeneinanderliegende Gestelle aufzubauen. Das hat den Vorteil, dass der Kompost nach dem Reifeprozess fortlaufend aus den jeweiligen Mieten nach und nach entnommen werden kann, während ein freigewordener Behälter wieder für frisches Kompostmaterial zur Verfügung steht. So können auch Kompostwürmer unbeschadet in die frischen Mieten „umziehen.“ Eine Abdeckung, z.B. durch ein Stück Segeltuch oder eine eng geflochtene Bastmatte, hilft bei starken und langanhaltenden Regenfällen, damit das Kompostmaterial nicht vermatscht oder Nährstoffe aus dem reifen Humus ausgewaschen werden.

Grafik: WH



Die Anlage einer Kompostmiete

Die Anlage einer Kompostmiete ist ideal für einen größeren Garten, wo viel Kompostmaterial anfällt. Das Rottematerial wird locker mit einer Mistgabel in einer Breite und einer Höhe von ca. 1,5 m aufgehäufelt. Die Länge ist beliebig.

Eine lockere Durchmischung unterschiedlichster Materialien fördert die für die Rotte verantwortlichen Mikroorganismen und Kleinstlebewesen. Dazu werden Grün- und Küchenabfälle gesammelt und zusammen mit frischem Material zu einer Miete bzw. einem Haufen aufgeschichtet. Es gilt die Faustregel: je kleiner das Material geschnitten ist, umso schneller wird es umgesetzt. Ausschlaggebend für die Dauer des Kompostierungsprozesses sind ein ausreichendes Kompostvolumen und genügend frische Biomasse, damit die typischen Rottephasen mit ihrer Temperaturentwicklung auftreten. Dabei muss auf eine Durchlüftung des Materials geachtet werden, ansonsten können anaerobe Fäulnisprozesse entstehen, die die Kompostqualität stark beeinträchtigen.

Alle 20 cm wird eine feine Staubschicht mit Gesteins- oder Algenmehl hinzugegeben, wodurch ein ausgeglichener pH-Wert gefördert und der Kompost mit wichtigen Spurenelementen angereichert wird, beispielsweise mit Magnesium. Sinnvoll ist auch das Impfen mit ausgesiebten Resten vom reifen Vorkompost, weil sich hierin noch viele Kleinstorganismen befinden, welche die Abbaudynamik beschleunigen.

Die Aktivierung des Komposts können wir auch mit einer selbst angesetzten Kräuterjauche unterstützen. Das fördert die Regenwurmaktivität, beschleunigt den Kompostierungsprozess und beugt Fäulnisbildung vor. Dazu setzen wir Kräuterjauche in einem großen Eimer mit Regenwasser und zerschnittenen, noch nicht blühenden Brennnesseln an und lassen sie ca. 14 Tage stehen. Ab und zu wird umgerührt. Gegen zu intensiven Geruch hilft, etwas Urgesteinsmehl

und feine Pflanzenkohle einzurühren. In der Jauche lassen sich auch andere nützliche Gartenkräuter mit vergären wie Ringelblume, Beinwell, Kamille, Löwenzahn, Schafgarbe, Schachtelhalm u.a. Mit der 1:10 verdünnten Jauche kann der neu aufgesetzte Kompost ab und zu begossen werden. Zudem sind Wildkräuter reich an Mineralien, Vitaminen und anderen bioaktiven Substanzen.

Beinwell und Brennnessel am Kompost sind gut geeignet zum Herstellen von Kräuterjauchen.



Fotos: SMW

Das Kompostmaterial

Im Prinzip können alle pflanzlichen Küchen- und Gartenabfälle kompostiert werden, einschließlich Kleintierstreu aus Sägespänen, zerdrückte Eierschalen, klein gehäckselter Strauch- und Baumschnitt sowie Stallmist. Kaffee- und Teesatz sind bei Kompostwürmern besonders beliebt. Es gilt der Grundsatz: „Grünes wird vorzugsweise mit Strohigem gemischt, Nasses mit Trockenem, Frisches mit Altem, Faseriges mit Matschigem. Auf diese Weise werden ungünstige Eigenschaften der Einzelstoffe ausgeglichen und gute Voraussetzungen für die Kompostierung geschaffen.“¹⁰ Je kleiner und vielfältiger das Material ist, umso schneller läuft der Verrottungsprozess ab. Angetrockneter Rasenschnitt wird mit anderem Strukturmaterial

¹⁰ AID: Kompost im Garten (2001)

vermischt, um Verfaulungsprozesse mit giftigen und stinkenden Pilzkulturen zu vermeiden, die zudem erst langfristig wieder abgebaut werden. Als Strukturmaterial kann klein gehäckselter Strauchschnitt, gröberer Garten- und Küchenabfall oder Stroh dienen. Häcksel kann separat lange aufgehoben werden und dann ab und zu in den Kompost mit Rasenschnitt vermischt in den Komposter gegeben werden. Hilfreich ist auch, wenn der Rasenschnitt zwei bis drei Tage beispielsweise unter einer Hecke oder Obststräuchern anwelken kann, bevor er auf den Kompost kommt.

Laubkompost

Wo Laub verschiedener Bäume anfällt, sollte dies gut miteinander vermischt oder, wenn ein Häcksler vorhanden ist, zerkleinert werden. Es wird dann mit Erde, Mist oder halbfertigem Kompost im Verhältnis 2:1 vermischt auf den Kompost gegeben. Laubkompost eignet sich aufgrund des geringen Anteils von Wildkrautsamen als Beigabe zu Aussaat- und Blumenerde. Aufgrund des hohen Gerbsäureanteils sollten größere Mengen Walnussblätter und Eichenlaub separat zwei bis drei Wochen angewelkt werden, bevor sie vermischt mit anderem Kompostmaterial in den Komposter gegeben werden. Alternativ werden die stark gerbsäurehaltigen Blätter schichtweise durch Überpudern mit Algenkalk oder magnesiumsaurem Kalk neutralisiert. Reiner Eichenlaubkompost eignet sich wegen seines niedrigen pH-Wertes besonders für Moorbeetpflanzen und kann Torf ersetzen.

Was nicht in den biologischen Gartenkompost gehört

Niemals sollte Branntkalk in den Kompost gegeben werden, weil dadurch Regenwürmer und andere für den Zersetzungsprozess wertvolle Lebewesen getötet werden. Stark gesalzene Speisereste sind auch tabu, weil sonst der Salzgehalt des Humus zu hoch werden kann. Fleischreste und Knochen sowie Exkremamente fleischfressender Tiere gehören aus hygienischen Gründen grundsätzlich nicht in den

Gartenkompost. Sie könnten auch Ratten anlocken. Katzenstreu ist, wenn nicht auf der Packung ausdrücklich darauf hingewiesen wird, nicht kompostierbar. Ebenso gehört entgegen landläufiger Meinungen Zeitungspapier nicht in einen Biokompost wegen einer möglichen Belastung durch Schwermetalle und Chemikalien wie Chlorbleiche. Ebenso dürften Aschen aus Braunkohlen- und Steinkohlenbrand auf keinen Fall in den Kompost eingestreut werden (mögliche Belastung durch Schwermetalle und Schadstoffe)! Auch wenn in kommunalen Kompostanlagen erfolgreich Zitrusfrucht- und Bananenschalen mit kompostiert werden, da hier meist höhere Temperaturen erreicht werden, raten wir im Privatbereich grundsätzlich davon ab, sofern es nicht unbehandelte Biofrüchte sind: Die Schalen von Südfrüchten schimmeln leicht und sind mit langlebigen Pestiziden behandelt. Wir raten auch vom Kompostieren von mit Pilzkrankheiten oder anderen langlebigen Schädlingen befallenen Pflanzenteilen (Kohlhernie, Monilia, Kräuselkrankheit) im Zweifelsfall ab, denn diese Keime werden nur bei einer Heißrotte von mindestens 55 Grad Celsius über mehrere Wochen abgetötet. Mit Kraut- und Braunfäule befallene Tomaten können alternativ verbrannt und die an Kalium reiche Asche dann als Dünger wieder verwendet werden. So werden Pilze garantiert abgetötet.

Wildkräuter in den Kompost?

Oft wird der Tipp gegeben, dass die Samen von sogenannten „Un“-kräutern – besser Wildkräutern – nicht in den Kompost gehören, weil diese nicht ausreichend kompostiert werden und so über den ausgebrachten Kompost den ganzen Garten besiedeln. Dies ist nur bedingt wahr, denn Wildkrautsamen werden auch durch Wind und Vögel verbreitet. So befinden sich auch in einem Garten ohne Kompost in jeder Handvoll Erde Hunderte Wildkrautsamen, die jahre- oder jahrzehntelang keimfähig sind. Deshalb halten wir es so: Auch Wildkräuter kommen in den Kompost, egal ob sie schon geblüht haben oder nicht. Außerdem sind sie nützlich im Kompost aufgrund ihres besonders hohen Gehalts an bioaktiven, dem Kompost förder-

lichen Inhaltsstoffen. Je öfter eine Kompostmiete umgesetzt wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Wildkrautsamen in der wärmer werdenden Mitte zersetzt werden.

Wer sicher sein will, dass Quecken oder Giersch mit ihren wuchsfreudigen Wurzeln im Kompost nicht überleben, kann die Wurzeln einfach über einige Zeit in einem Eimer mit Regenwasser verjauchen und alles anschließend über den Kompost gießen. Es wird erzählt, dass diese Jauche – an Ort und Stelle wieder ausgebracht – über die Jahre die unerwünschten Wildkräuter im Garten verschwinden lassen. Ob das stimmt, wissen wir aber nicht. Wir freuen uns über Rückmeldungen, ob diese Methode funktioniert.

Rotte und Reifung

Bei der Kompostierung durchlaufen die organischen Abfälle in der so genannten Rotte thermische und biologische Prozesse. In einem nach und nach bestückten Kompost können verschiedene Prozesse parallel stattfinden. Während in den älteren, unteren Bereichen langsam schon eine Vererdung einsetzt und sich die Makrofauna einfindet, kann sich in der frisch aufgesetzten oberen Schicht auf dem Kompost eine kurzzeitige (ca. ein bis zwei Wochen) heiße Rotte entwickeln. Höhere Temperaturen bis 70 Grad Celsius werden jedoch nur erreicht, wenn eine große Menge Biomaterial auf einmal kompostiert wird. Höhere Temperaturen sind wichtig für eine wirksame Hygienisierung (Abtötung von Pflanzenkrankheitserregern, Pilzkrankungen und keimfähigen Pflanzenteilen bzw. Saatgut).

Der Rotteprozess gliedert sich in drei Phasen:



Foto: APR

Die Abbauphase: Der Beginn der Rotte ist durch eine starke mikrobielle Aktivität und einen exponentiellen Anstieg der Temperatur gekennzeichnet. Bei Temperaturen über 45 Grad Celsius sterben mesophile Mikroorganismen ab oder bilden Dauerformen (Sporen). Es überwiegen nun thermophile Mikroorganismen. Bei einer weiteren Temperaturzunahme, verursacht durch die Aktivität der Mikroorganismen, können Temperaturen von 65 bis 70 Grad Celsius erreicht werden. Die Organismen stellen dann ihre Aktivitäten ein.

Die Umbauphase: Die Temperaturen gehen zurück, weil die leicht abbaubaren Substanzen weitgehend abgebaut sind. Hierbei verändert sich erneut die mikrobielle Zusammensetzung im Komposthaufen: es entwickelt sich eine mesophile Mikroorganismenpopulation, die nun höher molekulare Verbindungen abbaut.

Die Aufbauphase (Reifung): Der Kompost wird biologisch stabilisiert. Die Abbau- und Zersetzungsprozesse nehmen immer weiter ab und es kommt unter mäßiger Sauerstoffzufuhr zu einer Humifizierung, d.h. einem Aufbau von Humusverbindungen. Diese bestimmen maßgeblich die Kompostqualität. In dieser Phase sollte das bereits verrottete Kompostmaterial zwar feucht gehalten werden, aber nicht matschig sein, um anaerobe Fäulnisprozesse zu vermeiden. Regenwürmer wandern wieder in die Kompostmiete ein.

Die Abbauphase und ein erster Teil der Umbauphase werden auch als Intensivrotte – der letzte Teil der Umbauphase und die Aufbauphase als Nachrotte bezeichnet.

Nachdem der Kompost mit reichlich organischem Material aufgesetzt wurde, sackt die Miete um etwa die Hälfte zusammen. Um den Rotteprozess zu fördern, wird der Kompost in Trockenperioden regelmäßig mit Wasser oder wie bereits erwähnt mit Pflanzenjauche begossen. Im idealen Fall wird nach ca. ein bis zwei Monaten die Miete umgesetzt und somit belüftet und homogenisiert. Beim offe-

nen Komposthaufen sollte man beim Einsatz einer Gabel vorsichtig sein, damit nicht die nützlichen Spitzmäuse oder Igel verletzt werden.

Die Erfahrungen zeigen, dass in Abhängigkeit von der Materialgröße, der Materialzusammensetzung, den Kompostmengen, der Außentemperatur, des Feuchtigkeitsgehaltes und des Regenwurmbesatzes, die Rotte ca. fünf bis acht Monate dauert. Bei Frost findet kein Umsetzungsprozess statt, im völlig trockenen Kompost ebenso nicht. Kompost kann aber auch ein Jahr lang reifen und erst im Folgejahr in den Gartenboden oberflächlich eingearbeitet werden.

Wann genau der Kompost reif ist, kann leicht festgestellt werden: Reifer Humus riecht wie Walderde. Entnimmt man den fertigen Kompost, sollte er zunächst gesiebt werden. Grobes bzw. noch nicht verrottetes Material wird wieder in den Kompost zurückgegeben. Wer sicher sein möchte, dass der Kompost reif ist, kann einen Kressetest machen: In einem Topf wird probeweise auf reinem Kompostsubstrat eine Schicht Kressesamen ausgesät. Wenn diese nach spätestens einer Woche gut und gleichmäßig zu einem Teppich keimen, ist der Kompost bereit.

Im reifen Zustand wird Kompost mit Recht auch als „das Gold des Gärtners“ bezeichnet. Mitentscheidend für seinen Düngewert ist die gleichmäßige Verteilung der Nährstoffgehalte. Hier leisten die Regen- und Kompostwürmer hervorragende Arbeit und tragen somit zu einer ausgeglichenen Nährstoffversorgung bei. Derart gedüngte Pflanzen sind weniger anfällig für Krankheiten. Pflanzenstärkend wirken auch die bereits erwähnten mit Regenwasser (1:10) verdünnten Kräuterjauchen, mit denen nicht nur der Kompost, sondern später auch stark zehrende Pflanzen wie z.B. Tomaten gegossen werden. Wird der reife Kompost nicht sofort benötigt, sollte er abgedeckt werden, damit die Nährstoffe nicht durch den Regen auswaschen.

Kompostierung mit Terra Preta-Technik

Terra Preta-Schwarzerdeböden, Verfahren und Vorteile

Die Terra Preta-Technik wurde nach der Entdeckung sehr fruchtbarer Schwarzerdeböden in Amazonien (Brasilien) von Wissenschaftlern und Praktikern in zahlreichen Anwendungen unter unterschiedlichen Bedingungen entwickelt. Indianer aus der Zeit vor Kolumbus legten mit kleinteiliger, kontrollierter Brandrodung Pflanzungen an und verarbeiteten zusätzlich Siedlungsabfälle, Essensreste, Fäkalien sowie Asche und Holzkohle von den Feuerstätten im Boden. In Kombination mit einer hohen biologischen Aktivität aufgrund eines reichhaltigen Bodenlebens entstand schließlich eine außerordentlich fruchtbare Schwarzerde, die sich trotz intensiver Nutzung nicht abbaut, solange sie weiterhin mit organischem Material gemulcht wird.

Während Terra Preta (do Indio) die durch menschliche Einwirkung in Jahrhunderten gewachsenen Schwarzerde-Böden Amazoniens bezeichnet, sprechen wir bei den heute und hierzulande praktizierten Verfahren von „Pflanzenkohle-Kompost nach Terra Preta-Art“ oder von „neuen Schwarzerden“, wobei wir die Erkenntnisse aus der Erforschung dieser uralten Böden an unsere Verhältnisse anpassen.

Auch wenn wir in unseren Breitengraden nicht unter tropischen Verhältnissen wirtschaften, lässt sich viel von der indianischen Methode nutzen: Neue wissenschaftliche Ergebnisse¹¹ zeigen, dass Pflanzenkohle eine ausgezeichnete Speicherfähigkeit für beispielsweise Stickstoff (N) hat, so dass es auf Böden mit Pflanzenkohle-Komposten nicht zu Nitratauswaschungen ins Grundwasser kommt, wie es bei starker Düngung mit chemischem NPK-Dünger, Gülle oder zu hohen Kompostgaben (ohne Pflanzenkohle) oft der Fall ist. Wir haben damit auch im Kleingarten eine Möglichkeit, ohne Überdün-

¹¹ siehe Kammann (2014)

gung von Böden unsere organischen Stoffe im Kreislauf zu führen. Langfristig gesehen können wir neben der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, insbesondere von armen Sandböden, durch den Einsatz von Pflanzenkohle-Kompost den Boden gleichzeitig als stabilen Kohlenstoffspeicher nutzen, da die Pflanzenkohle sich grundsätzlich durch eine sehr hohe Abbauresistenz auszeichnet. Unterstützend wirkt dabei kontinuierliches Mulchen des Gartenbodens mit organischem Material, bei dem Stoffe wieder zugeführt werden, die ihm durch das Pflanzenwachstum entzogen wurden. Die vielporige Pflanzenkohle bietet auch Lebensraum für Bodenorganismen, die für die Humusbildung eine wichtige Rolle spielen. Ein optimaler Kohlenstoffkreislauf wirkt sich sowohl positiv auf das Bodenleben als auch auf die Nährstoffkreisläufe (Stickstoff N, Phosphor P, Kalium K) sowie den Wasser- und Bodenlufthaushalt aus. Regenwürmer, die Böden mit Pflanzenkohle-Kompost zu bevorzugen scheinen, tragen ihrerseits zur Belüftung und zur Bodenfruchtbarkeit bei.

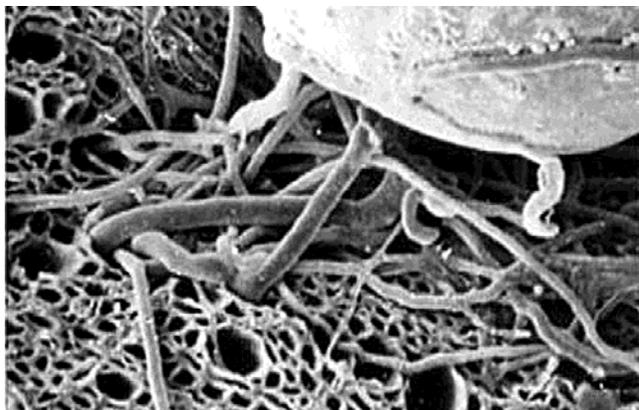
Materialien für Pflanzenkohle-Kompost nach Terra Preta-Art

Für die Herstellung von Pflanzenkohle-Kompost nach Terra Preta-Art können alle unbelasteten organischen Materialien aus der jeweiligen unmittelbaren Umgebung eines Gartens, eines landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Betriebes oder einer kleinräumigen Region genutzt werden. Beispielsweise können Garten- und Küchenabfälle, holziges Material und tierische und/oder menschliche Fäkalien (aus Komposttoiletten) als Ausgangsmaterial dienen. Es muss aber darauf geachtet werden, dass mit den Ausgangsmaterialien keine schädlichen Schwermetall- oder Schadstoffkonzentrationen eingetragen werden. Ziel ist, Kreisläufe möglichst regional zu schließen und die üblichen Verluste an Kohlenstoff weitgehend zu vermeiden. Pflanzenkohle enthält, je nach Ausgangsmaterial, 25–90 % Kohlenstoff. Zertifizierte Pflanzenkohle muss einen Anteil von mindestens 50 % Kohlenstoff haben. Der Rest sind mineralische Stoffe.

Pflanzkohle: Die Pflanzkohle sollte nach dem European Biochar Certificate (EBC) zertifiziert sein¹² oder durch ein Labor, das nach dem EBC-Standard arbeitet, auf mögliche Schadstoffe wie z.B. PAK und Schwermetalle kontrolliert worden sein. Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Pflanzkohle muss ausschließlich aus nachhaltiger Produktion und unbelastetem Material stammen, wie im EBC ausgeführt. Zur Gewinnung von Pflanzkohle werden zellulose- und ligninreiche Reststoffe oder Holzhackschnitzel aus Wald- und Heckenschnitt aus der Landschaftspflege bei einer Temperatur von 350–900 Grad Celsius pyrolysiert, d.h. unter Luftabschluss verkohlt. Die Pflanzkohlepartikel sind biologisch und chemisch nur schwer abbaubar und bieten aufgrund ihrer porösen Struktur und ihrer großer spezifischen Oberfläche von über 300 Quadratmeter pro Gramm diversen Bodenmikroorganismen einen idealen Lebensraum. Aufgrund der hohen Porosität vermag die Pflanzkohle bis zur fünffachen Menge ihres Eigengewichtes an Wasser und den darin gelösten Nährstoffen aufzunehmen.¹³

Zur Illustration: Pflanzkohlepartikel stark vergrößert:

Foto: R. Soda



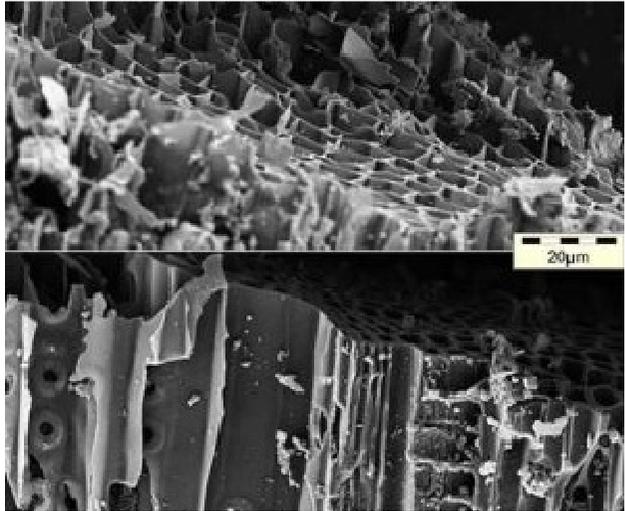
Pflanzkohle mit Mykorrhizahyphen durchdrungen¹⁴

¹² www.european-biochar.org/de

¹³ siehe Schmidt (2011)

¹⁴ Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Makoto Ogawa sowie Ryo Soda, Sumitomo Forestry

Pflanzkohle mit teilweise angebrochenen, kleinlumigen aber langgestreckten Holzzellen 650-fach vergrößert, mit für Nadelholz typischen Tüpfeln.¹⁵



Regenwurmlosung mit Pflanzkohle.

Fotos: C. Holweg

Mikroorganismen: Bei der Methode mit anaerober Fermentierung (Pflanzkohle-Bokashi¹⁶) werden zusätzlich Milchsäurebakterien (z.B. im Sauerkrautsaft vorhanden) oder Effektive Mikroorganismen

¹⁵ Die REM-Aufnahmen (T. Bühler/C. Holweg) entstanden an der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW; Prof. U. Pielers, CH, 2010. Mit freundlicher Genehmigung von Dr. C. Holweg (www.carola-holweg.de)

¹⁶ Japanisch „Allerlei“. Bei dem Verfahren mit Effektiven Mikroorganismen (EM) wird fermentiertes organisches Material als Bokashi bezeichnet.

(EM) eingesetzt¹⁷. Diese bestehen aus einer Mischkultur nützlicher anaerober Mikroorganismen (in erster Linie Photosynthese- und Milchsäurebakterien, Hefen, Aktinomyzeten, fermentaktive Pilze). Diese verbessern die Bodenqualität und Pflanzengesundheit, indem sie unter anderem die Entstehung von Faulgasen und unerwünschten Schimmelpilzen unterdrücken. „Das Konzept wurde von Teruo Higa, einem japanischen Professor für Gartenbau bekannt gemacht, der die These publiziert hat, nach der im Boden zwischen positiven (aufbauende/regenerative), negativen (abbauende/degenerative) sowie opportunistischen (gegenspielenden) Mikroben voneinander unterschieden werden kann, und die Zugabe von (relativ zur Gesamtmasse) wenig regenerativen Mikroorganismen ein insgesamt günstiges Milieu schaffen könne, welches die Nährstoffe aus dem erzeugten Substrat im Boden nutzbar macht.“¹⁸ Pflanzenwurzeln sondern Stoffe wie Kohlehydrate, Amino- und organische Säuren sowie aktive Enzyme ab. Die EM nutzen diese Sekrete für ihr Wachstum. Während dieses Prozesses erzeugen sie für Pflanzen verfügbare Amino- und Nukleinsäuren, außerdem eine Vielzahl von Vitaminen und Hormonen. Das Fermentierungsverfahren ist mit der Herstellung und Verwendung von Silage oder milchsäurefermentierten Lebensmitteln (Sauerkraut) vergleichbar.

Organisches Pflanzenmaterial: Wir mischen leicht zersetzbares, zerkleinertes Material wie Grasschnitt, Küchen- und Gartenabfälle (Volumenanteil 30 %) mit zellulosereichem Material wie möglichst gut mit Hammerwerk zersplissenen Holzhäckseln (Volumenanteil 10 %). Wenn Rasenschnitt verwendet wird, darf er erst kurz vorher geschnitten worden sein. Sobald er länger liegt, wird er heiß und der Oxidationsprozess setzt ein. Haben wir jedoch Rasenschnitt, den wir nicht sofort verarbeiten, können wir ihn mit Mikroorganismen besprühen und luftdicht in Plastiksäcke abfüllen. So wird er fermentieren.

¹⁷ EM sind unter verschiedenen Markennamen im Handel erhältlich.

¹⁸ siehe Higa (2004 und 2005)

tiert, zugleich konserviert und kann – gut gemischt mit dem übrigen organischen Material – später zur Herstellung von Pflanzenkohle-Kompost verwendet werden.

Fäkalien: Tierische Exkremente wie Geflügel- und Schweinemist aus dem Ökolandbau sind besonders gut geeignet, auch Pferde- und Kuhmist oder Kaninchendung. Werden menschliche Fäkalien genutzt, sollten diese bereits mit Pflanzenkohlegruß vorbehandelt werden. Dazu eignen sich am besten Trocken-Trenntoiletten, bei denen die Fäkalien regelmäßig durch ein Pflanzenkohle-EM-Einstreu abgedeckt und vorfermentiert werden, was nach wissenschaftlichen Untersuchungen der Universität Leipzig auch hygienisierend wirkt.¹⁹ Bei einer korrekten milchsäuren Fermentierung werden nachweislich Keime wie Enterobakterien, Staphylokokken, Salmonellen, *Listeria monocytogenes*, EHEC-E. coli und *Clostridium perfringens* eliminiert.²⁰

Zur Herstellung von Schwarzerde-Substraten nach Art der Terra Preta eignen sich die beiden nachfolgend beschriebenen biologischen Verfahren. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile, können jedoch durch den Einsatz von Pflanzenkohle optimiert werden und lassen sich gegenseitig kombinieren und ergänzen. Auf diese Weise können die Schwächen des jeweiligen Verfahrens ausgeglichen und Verluste vermieden werden. Außerdem lässt sich der Herstellungsprozess sehr flexibel an die eigenen Bedürfnisse anpassen.

Methode mit anaerober Fermentierung von Pflanzenkohle-Bokashi

1. Arbeitsschritt – Startmaterial sammeln: Als Ausgangsmaterial dient 10 bis max. 20 % Pflanzenkohlegruß, den wir mit 30 % leicht

¹⁹ siehe Scheinemann; Krüger (2012)

²⁰ Die Sporen von *Clostridium botulinum* werden erst bei einer thermischen Behandlung über 130 Grad Celsius eliminiert.

zersetzbarem, zerkleinertem organischem Material (Grasschnitt, Küchenabfälle), 30 % tierischen oder menschlichen Fäkalien, 10 % zellulosereichem Material und 10 % mineralischen Bestandteilen vermischen (Angaben in Volumenprozent). Um die Milchsäurefermentierung zu ermöglichen, muss eine ausreichende Menge frischer Biomasse mit hohem Fruchtzuckeranteil (Glucose) zur Verfügung stehen. Es sollte organisches Material mit unterschiedlichem C/N-Verhältnis kombiniert werden, um eine mikrobielle Vielfalt zu erzielen. Mit C/N-Verhältnis²¹ ist hier der unterschiedliche Gewichtsanteil von Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) der Pflanzenteile gemeint. Zum Beispiel hat Strauchhäcksel einen niedrigeren Stickstoffanteil als beispielsweise frischer Gemüseabfall oder Hühnermist.

2. Arbeitsschritt – Zugabe von Effektiven Mikroorganismen oder

Milchsäurebakterien: Um die Fermentierung sicher zu starten, werden den gut vermischten Ausgangsstoffen Effektive Mikroorganismen (EM A, bis 1:500) zugefügt. Der Feuchtigkeitsgehalt sollte ca. 30–40 % betragen. Ausgedrückt sollte in der Hand ein Klumpen bleiben ohne zu krümeln, jedoch bei Berührung wieder in Krümel

zerfallen. Anstelle von EM verwenden manche Praktiker Brottrunk oder Saft von Bio-Sauerkraut; beides enthält Milchsäurebakterien und ist preiswert.



Hier wird geschreddertes Grünmaterial, Ponydung und Pflanzenkohle verwendet und effektive Mikroorganismen (EM) versprüht. Alles wird durchmischt, mit Regenwasser angefeuchtet und gut verdichtet.

²¹ siehe Tabelle C/N-Verhältnis im Anhang

3. Arbeitsschritt – Fermentierung: Das gut vermischte Material wird nun anaerob (unter Sauerstoffabschluss) fermentiert. Dazu wird es in luftdicht verschließbare Behälter gefüllt, hierfür geeignet sind auch defekte Regentonnen, die unten Löcher haben. Der entstehende Fermentationsaft muss abgeführt werden können. Das Startmaterial ist ausreichend fermentiert, wenn es süßsauer vergoren riecht. Meist hat sich auf der Oberfläche auch ein weißer Flaum von Hefebakterien gebildet. Breitet sich stattdessen ein grüner Schimmelrasen aus, ist die Fermentierung nicht korrekt verlaufen. Nach Beendigung der Fermentation muss die Mischung leicht pilzig nach Walderde riechen. Riecht es hingegen unangenehm und faulig, ist der Prozess misslungen.

4. Arbeitsschritt – Unterstützung der Reifung und Humifizierung: Mit dem so gewonnenen Startmaterial werden in der nächsten Phase die Bodenlebewesen „gefüttert“ und dadurch die leicht löslichen Pflanzennährstoffe biologisch erschlossen. Dafür ist ein Reifeprozess notwendig, der in großen Behältnissen – z.B. Lattenkomposter – mit Bodenverbindung oder in Flächenkompostierung erfolgt. Der Reifeprozess sollte in der Vegetationsperiode mindestens zwei Monate betragen. Kennzeichnend sind ein zunehmend erdiger Geruch und eine hohe Anzahl von Kompost- und Regenwürmern sowie der sonstigen Makrofauna. Es können dann noch fortlaufend Küchenabfälle oder anderes, leicht zersetzbares Material zugegeben werden. Ein großer Teil der organischen Stoffe wird im Verlauf dieser Phase im Boden biologisch ein- und umgebaut (Humifizierung). Gleichzeitig werden in den Poren der Pflanzenkohle Nährstoffe gespeichert und damit ihre Auswaschung verhindert.

Um Erfahrungen zu sammeln, sollte Pflanzenkohle-Kompost zunächst mehrmals in kleineren Mengen (bis 100 Liter) hergestellt werden. Der Schlüssel zur Herstellung von gutem Startmaterial liegt bei der richtigen Mischung der Ausgangsmaterialien, ausreichend eingebrachten Pyrolysekohlenstoff, der richtigen Feuchtigkeit und

der richtigen Temperatur. Die Erfahrungen werden insbesondere über den Geruch, die Konsistenz und die Beobachtung von Bodenlebewesen gesammelt.

Methode mit aerober Pflanzenkohle-Kompostierung

Diese Methode eignet sich für landwirtschaftlich relevante Mengen, lässt sich aber auch für den Kleingarten und den Balkon adaptieren. Bei diesem Verfahren mischen wir Pflanzenkohle mit zu kompostierendem Material (siehe 1. Arbeitsschritt, Seite 22) im Verhältnis von 10–15 % zur Biomasse. Die Pflanzenkohle nimmt dabei die Nährstoffe auf, die in der Biomasse enthalten sind und während der Kompostierung freigesetzt werden. Für ein gutes Ergebnis ist die Qualität des Ausgangsmaterials wichtig. Eine unausgewogene Mischung kann Nährstoffe immobilisieren oder zu mikrobiellem Ungleichgewicht führen. Eine andere Möglichkeit ist, Pflanzenkohle mit Mist (Verhältnis 4:1) zu mischen. Die Pflanzenkohle sollte in jedem Fall gut befeuchtet sein, gegebenenfalls müssen wir Wasser oder besser noch Jauche oder Komposttee hinzufügen.

Das Material wird in einer Miete aufgeschichtet (2,50 m breit, 1,50 m hoch). Sinnvoll ist eine Abdeckung mit atmungsaktivem Vlies oder, wie auf dem Foto zu sehen ist, mit Stroh. Der Kompostierungsprozess dauert in der



Foto: APR

Regel sechs Wochen. Die Miete mit Pflanzenkohle erreicht dabei Temperaturen bis 70 Grad Celsius, was zur Hygienisierung beiträgt. Ein mehrmaliges Umsetzen der Miete fördert die Sauerstoffversorgung. Anschließend folgt ein dreimonatiger Reifeprozess.

Für eine gute Kompostqualität ist eine ausreichende Belüftung in der Reifephase sehr wichtig, da nur unter aeroben Verhältnissen stabile Humusverbindungen aufgebaut werden!

Terra Preta-Technik für Hochbeete oder Palettenbeete

Pflanzenkohle-Kompost eignet sich gut für Hoch- oder Palettenbeete ohne Bodenkontakt, die z.B. bei Urban Gardening Verwendung finden. Hierbei hat sich die „Sandwich-Methode“ bewährt. Dazu lassen wir zunächst das Startmaterial in Kunststoffsäcken oder einer ausgedienten Regentonne fermentieren. Nach zwei bis drei Wochen – je nach Außentemperatur – verteilen wir dieses Material auf eine

ca. 15 cm hohe untere Mutterbodenschicht im Hoch- oder Palettenbeet, vermengen es mit etwas Mutterboden und decken das Ganze mit einer ca. 15–20 cm hohen Mutterbodenschicht ab. Damit diese Methode funktioniert, muss der Mutterboden Humus enthalten. In



Foto: APR

das Hoch- oder Palettenbeet können wir nun Saatgut aussäen oder vorgezogene Pflanzen einsetzen. Bis die Pflanzen ihre endgültige Wurzeltiefe erreicht haben, ist die Vererdung des Startmaterials soweit fortgeschritten, dass keine keim- oder wurzelhemmende Wirkung von der Milchsäure mehr stattfindet. Bei Palettenbeeten ohne Bodenkontakt müssen wir Kompost- und Regenwürmer einsetzen. Sie verarbeiten den Pflanzenkohle-Bokashi in der mittleren Schicht zu Humus, sorgen für eine gute Durchmischung und Durchlüftung und schaffen ein optimales Milieu für andere nützliche Bodenorganismen. Eine dichte Bepflanzung in Mischkultur mit unterschiedlichen Wurzeltiefen fördert ebenfalls eine Durchmischung und Verteilung der Nährstoffe in den Bodenschichten.

Verwendung von Kompost und Pflanzenkohlekompost im Garten

Reifer Kompost kann wie folgt verwendet werden:

Pflanzenanzucht: zu gleichen Teilen Sand, Gartenerde (Maulwurfshügelerde hat weniger Wildsamen), reifer Kompost (allerdings vertragen nicht alle Keimlinge und Jungpflanzen Kompost!)

Aussaat ins Freiland: etwas Kompost oberflächlich auf das Saatbeet bzw. in die Saatrillen geben

- Pflanzung: insbesondere bei Starkzehrern ins Pflanzloch oder in den Kübel geben (Kohl, Tomaten u.a.)
- Zwischendüngung: eine Schaufel Kompost in einen Eimer mit 10 l Regenwasser einrühren. Dieses Kompostwasser wird zur Kräftigung und Düngung an die Pflanzen gegossen. Auch für Blumen und Obstbäume geeignet.
- Globaldüngung: Flächenaufbringung und Einarbeitung in die oberste Erdschicht.

Vorsicht: Auch mit Kompost kann ein Garten überdüngt werden. Zur Kontrolle des Nährstoffgehaltes ist alle drei bis fünf Jahre eine Bodenuntersuchung sinnvoll. Einige Pflanzen wie Feldsalat oder Möhren sollten, wenn überhaupt, nur sehr behutsam mit völlig ausgereiftem Kompost und möglichst gar nicht mit handelsüblichen Volldüngern gedüngt werden, um eine gesundheitsschädliche Anreicherung von Nitrat zu vermeiden.

Im Gegensatz dazu, kann Pflanzenkohle-Kompost in höheren Mengen im Garten ausgebracht werden, weil die Pflanzenkohle stark Nitrat und andere Mineralien bindet. Diese werden nach und nach erst pflanzenverfügbar, vorausgesetzt das Bodenleben stimmt. Viele Pflanzen erschließen sich ihre Nährstoffe je nach Bedarf durch Mykorrhizen – das sind Bodenpilze, die in Symbiose mit den Pflanzenwurzeln leben.

Einsatz von Pflanzenkohle-Kompost als Dünger: Das gereifte Material kann mit bis zu 5 kg je 1 qm ausgebracht werden. Das ist deutlich mehr als beim reifen Kompost, wo maximal 2 gehäufte Schaufeln je 1 qm empfohlen werden. Die Ausbringungsmenge und -form richtet sich nach dem Anbausystem und der Fruchtart (Stark- oder Schwachzehrer). Das gereifte Material sollte nicht durch zu starke Vermischung mit dem anstehenden Boden verdünnt, sondern nur leicht in den Oberboden eingearbeitet werden.

Aussaat und Jungpflanzenanzucht: Bei der Jungpflanzenanzucht von schwachzehrenden Gemüsen und Kräutern und bei der Aussaat werden nährstoffärmere Erden benötigt; daher ist es sinnvoll, Saatrillen oder Pflanzlöcher mit „normaler“ Erde zu füllen.

Stark-, Mittel- und Schwachzehrer im Gemüse- und Kräutergarten²²

Starkzehrer (2 Schaufeln Kompost pro qm): Tomaten, Gurken, Kürbis, Zucchini, Melonen, Kartoffeln, Mais, Lauch, fast alle Kohllarten einschließlich Brokkoli, Sellerie, Spargel, Rhabarber, Paprika, Peperoni, Tabak, Aubergine, Artischocke.

Mittelzehrer (1 Schaufel pro qm): Salat, Endivie, Radicchio, Chicorée, Erdbeeren, Radieschen, Rettich, Fenchel, Rote Bete, Mangold, Spinat, Schwarzwurzel, Topinambur, Petersilie, Pastinaken, Liebstöckel, Kerbel, Dill, Schnittlauch, Basilikum, Puffbohne, Sonnenblume, Kohlrabi, Chinakohl. Empfindliche Mittelzehrer, die nur gut ausgereiften Kompost vertragen: Möhren, Zwiebeln, Knoblauch sowie Stangen- und Feuerbohnen.

Schwachzehrer (kein Kompost): Feldsalat, Erbsen, Linsen, Buschbohnen, Kresse, Rauke, Portulak, Speiserübe, Rosmarin, Lavendel, Thymian, Minzen, Majoran, Salbei, Koriander, Kümmel, Melissen. Meist werden Schwachzehrer erst auf das gereifte Kompostbeet des folgenden Jahres gesät.

²² Quelle: Handbuch des speziellen Gemüsebaues & Merkblatt für den Hausgarten

Humusförderung und -pflege durch Mulchen

Nach dem Ausbringen des Komposts bzw. Pflanzenkohle-Komposts müssen unsere heimlichen Helfer im Garten (die „Herde unter der Erde“) regelmäßig gefüttert werden. Mit ihrer Stoffwechsellätigkeit helfen die Kleinstlebewesen wiederum, die Pflanzen zu ernähren. Über längere Zeit nimmt sogar die Fruchtbarkeit (Nährhumus) des Bodens zu.

Nach einem Vegetationsjahr können wir mit einer Gabe von 1:10 mit Wasser verdünnter Brennesseljauche das Bodenleben im Frühjahr wieder anregen. Später wird regelmäßig mit Rasenschnitt oder anderem zerkleinertem organischem Material gemulcht, der Boden sollte ständig bedeckt sein. Während der Vegetationszeit können wir auch fortlaufend Wildkräuter, die sich noch nicht versamt haben, als Mulch zwischen die Pflanzen legen. Darüber hinaus können besonders in größeren Gartenanlagen unter Beerensträuchern und Obstgehölzen auch Rindenmulch oder gehäckseltes Grünschnittmaterial verteilt werden. Auch Schnittgut von einer Wiesenmäh oder Streuobstwiese eignet sich aufgrund seiner vielseitigen Zusammensetzung hervorragend als Mulchmaterial, wenn der Schnitt nach der Blüte erfolgt.

Die permanente Bodenbedeckung mit organischem Material schützt den Boden vor Austrocknung durch die Sonneneinstrahlung. Somit wird die Wasserverdunstung von der Bodenoberfläche effektiv verringert, was sich äußerst günstig auf das Pflanzenwachstum und Bodenleben auswirkt. Selbst in Trockenperioden liegen in gemulchten Beeten im Vergleich zu unbedeckt bewirtschafteten Gartenflächen wesentlich höhere Bodenfeuchtheitswerte vor.²³

²³ Dies konnte der Mulchgartenexperte Rudolf Behm durch umfangreiche Studien in seinem Privatgarten wissenschaftlich nachweisen; siehe Behm (2001)

Die Bodentemperaturen bleiben besonders in der Sommerzeit ausgeglichener als auf der nackten Erdoberfläche, während die Mulchschicht im Herbst und Winter das Gefrieren des Bodens vermindert. Dadurch wird die Aktivitätsphase der Bodenlebewesen im Jahresverlauf verlängert. Für den Gärtner ist besonders hilfreich, dass durch die Bodenbedeckung eine Regulierung von unerwünschten Wildkräutern oder Gräsern möglich ist. Unkrautsamen erhalten weniger Chancen, in der Mulchschicht zu keimen beziehungsweise vom Mineralboden aus durch die Mulchschicht hindurch zu wachsen. Diese der Natur nachempfundene und sanfte Form der Bodenbewirtschaftung wird zum Teil auch als Flächenkompostierung bezeichnet. Von Vorteil ist hier der schnelle Verrottungsprozess und daher ist diese Mulchbewirtschaftung im biologischen Garten zu empfehlen.²⁴

Wege zum nachhaltigen Gartenbau

Über den Weg der Kompostierung, der Mulchbewirtschaftung sowie der Terra Preta-Technologie besitzt jeder Gartenfreund die Möglichkeit, aktiven Humusaufbau zu betreiben und damit den Boden zu verbessern sowie auch einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Denn durch den Aufbau von stabilen Humusverbindungen können beachtliche Mengen an CO₂ der Atmosphäre entzogen und im Boden gebunden werden. Allein durch eine Zunahme des Humusgehalts im Boden von nur 0,1 % bezogen auf eine Fläche von rund 100 Kubikmeter können in etwa 46 kg CO₂ aus der Atmosphäre entzogen werden²⁵. Eine Tatsache, die große Chancen bietet und uns in die

²⁴ Mithilfe langjähriger bodenphysikalischer und bodenchemischer Untersuchungen gelang den Mulch-Experten Rudolf Behm und Kurt Kretschmann der Nachweis, dass bei vollständigem Verzicht auf mineralische und anderweitige Handelsdünger sowie auf jegliche Art von Pestiziden unter der Mulchdecke ein überaus tätiger und gesunder Boden von ausgezeichneter Struktur mit sehr günstigen Nährstoffverhältnissen entstanden war; siehe Kretschmann und Behm (2007).

²⁵ Quelle: www.bde-berlin.org

Lage versetzt, aktiv zu werden und ein Teil der Lösung zur Vermeidung von Klimagasen zu sein.

Für eine naturgemäße Gartengestaltung spielt jedoch die Art und Weise des Pflanzenanbaus ebenfalls eine entscheidende Rolle. Genauso wie in der Natur keine Monokulturen vorkommen, so sollten auch im Naturgarten keine Beete mit Monokulturen angelegt werden. Stattdessen empfiehlt es sich immer, Mischkulturanbau zu betreiben, indem u.a. Tiefwurzler neben Flachwurzler, stickstoffbindende Leguminosen neben stickstoffzehrende Kulturen sowie Kräuter und blütenreiche Pflanzen neben Obst und Gemüse angebaut werden. Für die erste Bepflanzung eines neu angelegten Beetes mit Pflanzenkohle-Kompost eignen sich Starkzehrer, da sie dem Boden viel Stickstoff entziehen und Dünger benötigen. In den Folgejahren werden Mittelzehrer kultiviert, später dann Schwachzehrer wie Kräuter, die unter natürlichen Bedingungen auf mageren, nährstoffarmen oder trockenen Standorten zu finden sind.



Sandige, nährstoffarme Böden (Geest) wie z.B. hier in Steyerberg, Ldkr. Nienburg, lassen sich durch Aufbringen von Pflanzenkohle-Kompost verbessern

Foto: APR

Eine ideale Form des Anbaus in Mischkultur ist eine Milpa – ein landwirtschaftliches System in Mittelamerika, das seit den Maya-Hochkulturen bis heute betrieben wird. Typisch sind die drei Pflanzen Mais, Bohne und Kürbis, die gemeinsam angebaut werden: Der Mais dient den Bohnen als Rankhilfe, die Bohnen liefern dem Mais

Stickstoff, während die großen Blätter der Kürbisse den Boden abdecken und somit Erosion durch Regen und Austrocknung verhindern. Da hier vorzugsweise Stangen- oder Feuerbohnen gesät werden, sind diese unproblematisch, da sie auch höhere Nährstoffgaben vertragen. Diese Pflanzenkombination ist als „die drei Schwestern“ bekannt. In Kombination mit weiteren Pflanzen (z.B. Tomaten, Chili, Amaranth) spielt die Milpa²⁶ eine wichtige Rolle zur Erhaltung der Artenvielfalt und der genetischen Vielfalt der Nutzpflanzen.



Foto: SMW



Foto: APR

Links: Milpa auf BUND-Pachtacker. Rechts: Roter Amaranth in Mischkultur mit Tomaten, Dill und verschiedenen Mangoldsorten

Wer noch einen Schritt weiter gehen möchte, kann sich über den biologischen Gartenbau hinaus an den Grundprinzipien der Permakultur orientieren. Zur Vertiefung in dieses lohnende Thema mit seinen zahlreichen ganzheitlichen Lösungskonzepten sei die weiterführende Literatur im Verzeichnis empfohlen²⁷.

²⁶ BUND Broschüre „Milpa“ 2014, www.bund-hannover.de

²⁷ siehe Mollison, Holmgren, Steinmeyer (1984) und Mollison, Müller-Gerbes, Steinmeyer (1994)

Zusammenfassender Überblick in Stichworten

Kohlenstoffgehalt:

Gute Gartenböden weisen je nach Bodenart und Bewirtschaftungsintensität i.d.R. organische Kohlenstoffgehalte um 5 % auf. Naturbelassene Waldböden haben höhere Kohlenstoffgehalte; Ackerböden meist deutlich weniger. Terra-Preta-Böden in Amazonien zeichnen sich durch hohe, stabile Kohlenstoffgehalte von mehr als 10 % im Oberboden aus. Durch die Zuführung von inertem, d.h. chemisch und biologisch abbauresistentem Kohlenstoff (Pflanzenkohle) wird der Gesamtkohlenstoffgehalt im Boden dauerhaft erhöht. Da Pflanzenkohle sehr lange im Boden stabil bleibt, wird verhindert, dass dieser Kohlenstoff als CO₂ in die Atmosphäre abgegeben wird.

Humusbildung:

Entscheidend ist die Humifizierung nach der Heißrotte, die einen Teil des Biomasse-Kohlenstoffs in relativ stabiler Form bindet. Die dabei entstehenden Humusstoffe werden über Jahre durch Mikroorganismen mineralisiert und durch Pflanzenwachstum verbraucht, so dass immer wieder neue Kompostgaben zur Erhaltung des Humusgehaltes erforderlich sind. Die Zugabe von Pflanzenkohle verstärkt die Humusbildung: kohlehaltige Böden wie Terra Preta oder Schwarzerden in Europa weisen höhere Humusgehalte und damit eine erhöhte Fruchtbarkeit auf. Da durch die steigenden Temperaturen, bedingt durch den Klimawandel, es zu einem verstärkten Humusabbau²⁸ kommt, ist die Nachlieferung mit organischem Material für die Erhaltung der Fruchtbarkeit von Böden essentiell.

Eigenschaften und Funktion der Pflanzenkohle:

Je nach Ausgangsmaterial und dem Produktionsprozess kann die Oberfläche der Kohle zwischen 3 und 1000 Kubikmeter pro Gramm liegen. Diese stark vergrößerte Oberfläche bietet neben den Ton-

²⁸ Wiesmeier 2015

Humuskomplexen einen zusätzlichen Speicher für Wasser und Nährstoffe. In Poren der Pflanzenkohle, die größer als 1 µm sind, können Mikroben siedeln und sich als Biofilm ausbreiten. Feine Pflanzen- und Mykorrhiza-Wurzeln können in die Pflanzenkohle eindringen.

Wasser- und Nährstoffhaltefähigkeit:

Kompost als organischer Dünger ersetzt eine chemische Düngung mit NPK (Nitrat, Phosphor, Kalium), da diese Nährstoffe in den Ton-Humus-Komplexen pflanzenverfügbar gehalten werden. Der Nährstoffrückhalt kann bis zu max. 50 % des Gesamtgehaltes von NPK im Kompost betragen.²⁹ Bei hohen Kompostgaben besteht jedoch die Gefahr einer Nährstoffauswaschung ins Grundwasser. Durch Mitkompostierung von Pflanzenkohle wird diese Auswaschung reduziert. Pflanzenkohle speichert außerdem Wasser und wirkt so einer Vernässung des Kompostes entgegen.

Kontinuierliche Zugabe von organischem Material:

Unter optimalen Verhältnissen (stets bedeckter Boden, Mulchen, Einarbeiten von Ernterückständen, Mulchsaat über Winter) akkumulieren alle Böden Biomasse und das Bodenleben wird gefördert.

Reduzierung von Klimagasen:

Bei Böden mit Pflanzenkohle-Kompost wurde eine höhere respiratorische Effizienz nachgewiesen; d.h. es wird weniger CO₂ vom Boden abgegeben bei gleichzeitig höherer mikrobieller Biomasse als in Böden ohne Pflanzenkohle. Ebenso wurde eine Verminderung von Lachgasemissionen nachgewiesen.³⁰

Mikrobiologischer Umbau und Hygienisierung:

Beim biologischen Abbau der organischen Substanzen wird Wärmeenergie frei. Die Selbsterhitzung kann bis zu 70 Grad Celsius betra-

²⁹ Schatten, Wagner, Rößler, Suer und Terytze 2015

³⁰ Kammann 2014

gen und trägt entscheidend zur Hygienisierung der Bioabfälle bei. Bei aerober Kompostierung in Dreiecksmieten (2,50m breit und 1,50m hoch) wurden unter Zugabe von Pflanzenkohle i.d.R. höhere Temperaturentwicklungen beobachtet als ohne Zugabe von Pflanzenkohle.³¹

Bodengesundheit:

Sowohl durch Kompostgaben³², als auch durch Pflanzenkohle-Kompost wird die Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen im Boden gestärkt. Besonders stark wird die phytosanitäre Wirkung von Mykorrhiza-Pilzen hervorgehoben, die auch in Böden mit Pflanzenkohle-Kompost einen besonders guten Lebensraum finden.

Bezugquellen Pflanzenkohle und Pflanzenkohlen-Substrate:

Aufgrund der Nachfrage, wo Pflanzenkohle zur eigenen Herstellung solcher Substrate erhältlich ist, bietet der BUND unter www.bund-hannover.de Themen/Terra Preta eine Liste mit Bezugsquellen für Pflanzenkohle sowie Tipps zur eigenen Herstellung von Biokohle an.

Literatur und Links

Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e.V.: *Kompost im Garten*, 10. überarbeitete Auflage, Bonn, 2001

Behm, Rudolf (Verf.), Bundesverband Deutscher Gartenfreunde e.V. (Hrsg.): *Mulchen mit Methode: Naturnah zu fruchtbarem Boden und hohen Erträgen*. in: Der Fachberater. 51. Jahrgang, Nr. 3, Verlag W. Wächter GmbH, Bremen, 2001, S. 28-33

Das Europäische Pflanzenkohle Zertifikat; Ziel der Richtlinien und Zertifizierung, www.european-biochar.org/de

³¹ Schatten, Wagner, Rößler, Suer und Terytze 2015

³² LTZ Karlsruhe, 2008

- Der Effektive Mikroorganismen Online-Ratgeber*, <http://em-ratgeber-online.de>
- EM-Journal 16*, Mai 2006, www.emev.de/?q=journal
- Erfolg mit gut geplanten Beeten – Merkblatt für den Hausgarten*, Schweiz: www.baselland.ch/fileadmin/baselland/files/docs/vsd/lze/div/gemuese/fruchtwechsel.pdf
- Europäische Union (Hrsg.): *Die Fabrik des Lebens – Weshalb die biologische Vielfalt in unseren Böden so wichtig ist*, 2010, http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/soil_biodiversity_brochure_de.pdf
- Francé, Raoul Heinrich: *Das Edaphon – Das Leben im Boden*, Neuaufgabe: Edition Siebeneicher, Deukalion Verlag, Hamburg, 1995
- Fischer, Daniel: *Terra Preta, Stand des Wissens und Perspektiven für die Zukunft*. Vortragspräsentation beim Fortbildungskurs Ökologischer Landbau zum Thema „Boden – Pflanze – Tier – Boden“ am 08.11.2013 in Bad Döben, online im Internet: www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Erzeuger/Ta-gungsbeitraege/Boden-Pflanze-Tier-Boden_AH/13-11-08_Bad_Dueben_Daniel_Fischer_public.pdf
- Glaser, Bruno: *Eigenschaften und Stabilität des Humuskörpers der „Indianerschwarzerden“ Amazoniens*. Bayreuther bodenkundliche Berichte, Band 68, Dissertationschrift, Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie der Universität Bayreuth, 1999
- Higa, Teruo: *Effektive Mikroorganismen (EM)*, OLV Organischer Landbau-Verlag, Xanten 2005, und Teruo Higa: *Eine Revolution zur Rettung der Erde: mit effektiven Mikroorganismen (EM) die Probleme unserer Welt lösen*, 6. Auflage, OLV 2004
- Holweg, Carola (Nachhaltigkeits-Projekte): *Projektergebnisse zur Verwendung und Herstellung verschiedener Biokohlen im Stoffkreislauf (Ko-Kompostierung, Reaktion von Regenwürmern u.a.)*, www.carola-holweg.de

- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Karlsruhe: *Nachhaltige Kompostanwendung in der Landwirtschaft*, 2008
- Projekt *Hypersoil*, Informationen zum Bodenleben im Internet, www.hypersoil.uni-muenster.de
- Kammann, Claudia: *Verminderungen von Nitratauswaschungen und Lachgasemissionen durch Biochar*, in: BUND-Tagungsreader Qualitätssicherung und Umwelteffekte von Pflanzenkohle, 17.10.2014, BUND Region Hannover, <http://region-hannover.bund.net/> (Download unter Themen und Projekte/Terra Preta)
- Kretschmann, Kurt und Behm, Rudolf: *Mulch total: Der Garten der Zukunft*, OLV Organischer Landbau Verlag; 4. Aufl., (2007)
- Lehmann, Johannes and Joseph, Stephen: *Biochar for Environmental Management*, Science and Technology, 2009
- Lehmann, Johannes and Joseph, Stephen: *Biochar for Environmental Management*, Science and Technology, 2015
- Milpa – Mischkultur auf Terra Preta im eigenen Garten*; BUND Region Hannover, 2014, im Netz unter www.bund-hannover.de
- Mollison, Bill, Holmgren, David (Verf.), Steinmeyer, R. (Übers.): *Pemakultur. Landwirtschaft und Siedlungen in Harmonie mit der Natur*. Übersetzung der australischen Ausgabe, 2. völlig überarb. Aufl., Pala-Verlag: Darmstadt, 1984
- Mollison, B. (Verf.), Müller-Gerbes, S. und Steinmeyer, R. (Übers.): *Pemakultur II, Praktische Anwendungen*. Aus der australischen Ausgabe übersetzt, 6. Aufl., Pala-Verlag: Darmstadt, 1994
- Montgomery, David R.: *Dreck. Warum unsere Zivilisation den Boden unter den Füßen verliert*; übersetzt von Eva Walter; Oekom-Verlag, München, 2010
- Ochs, Annette, Fachbereich Biologische Behandlungsverfahren im BDE Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser-

und Rohstoffwirtschaft e.V.: *Zwischen Klimaschutz und Ressourcenschonung*, www.bde-berlin.org/?p=133

Regenwürmer – Baumeister des Bodens, FIBL Merkblatt 2013, Schweiz, www.fibl.org

Schatten, René; Wagner, Robert; Rößler, Kathrin; Suer, Ullrich und Terytze, Konstantin: *Verwertung pflanzlicher Reststoffe zu Biokohle und Biokohlesubstraten und deren Einsatz im Zierpflanzenbau - Ergebnisse des TerraBoGa-Projektes im Botanischen Garten Berlin-Dahlem*. Müll und Abfall Jg.47, Nr.3, 2015, S. 137-143

Scheinemann, Hendrik und Krüger, Monika: *Labor- und Felduntersuchung zur Abfall-/Klärschlammverwertung aus dezentralen Abwasserbehandlungen für die Herstellung hochwertiger Schwarzerdeböden (Terra Preta)*, Band 2 - Stufe 2.: Dekontamination von Klärschlämmen, 2012.

Scheub, Ute; Pieplow, Haiko; Schmidt, Hans-Peter: *Terra Preta – Die schwarze Revolution aus dem Regenwald*, Oekom-Verlag, München, 2013

Schmidt, Hans-Peter: *Wege zu Terra Preta – Aktivierung von Pflanzenkohle*, Ithaka Journal 1/ 2011: 28–32 (2011), www.ithaka-journal.net

Vogel, Georg: *Handbuch des speziellen Gemüsebaues*, Ulmer Verlag, Stuttgart (Hohenheim), 1996

Wiedner, Katja: *Bildung anthropogener Schwarzerden im gemäßigten Klima? Nordic Dark Earth im Wendland*, in: BUND-Tagungsreader Qualitätssicherung und Umwelteffekte von Pflanzenkohle, 17.10.2014, BUND Region Hannover, <http://region-hannover.bund.net/> (Download unter Themen und Projekte/Terra Preta)

Wiesmeier, Martin: *Humusschwund durch Klimawandel*, Technische Universität München (TUM) Lehrstuhl für Bodenkunde, 2015

Anhang

Stickstoff-Kohlenstoffverhältnis³³

Das richtige Verhältnis von Stickstoff und Kohlenstoff des Ausgangsmaterials bei der Fermentation (Pflanzenkohle-Bokashi) oder Verrottung (Kompost) bestimmt die Geschwindigkeit und die Qualität des Prozesses. Ideal ist ein C/N-Verhältnis von 25:1.

- Ein weites C/N-Verhältnis (zu viel Kohlenstoff) bedeutet zwar langsame Umsetzung im Boden, aber der heranwachsenden Pflanze steht nicht genügend Stickstoff zur Verfügung, dadurch können Ertragseinbußen entstehen.
- Durch ein zu enges C/N Verhältnis (zu viel Stickstoff) kann das Blattgewebe weich werden und die Pflanzen sind anfälliger für Schädlinge und Krankheiten.

Wichtig:

- Bei der traditionellen Kompostierung wird mehr Kohlenstoff ab- und umgebaut, daher sollte das C/N-Verhältnis ca. 30:1 betragen.
- Bei der Pflanzenkohle-Kompost-Methode mit vorhergehender Fermentation (z.B. Bokashi) bleibt das C/N-Verhältnis stabil und verändert sich erst in den anschließenden Kompostierungsphasen und im Boden (Humifizierung). Der Vorteil: Je mehr Kohlenstoff mit dem Kompost in den Boden gelangt, umso mehr wird das Bodenleben aktiviert.

³³ Quelle: em-ratgeber-online.de

Tabelle C/N Verhältnis³⁴

| Organisches Material | C Kohlenstoff | N Stickstoff |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| Sägemehl | 250-500 | 1 |
| Papier | 200 | 1 |
| Getreidestroh | 50-150 | 1 |
| Getreidespelzen | 50-80 | 1 |
| Getreidekleie | 30-50 | 1 |
| Maishalme | 60 | 1 |
| alter Grasmulch | 55 | 1 |
| Baumlaub | 30-50 | 1 |
| altes Heu | 30 | 1 |
| Kartoffelkraut | 25 | 1 |
| Stroh armer Frischmist | 20-25 | 1 |
| Küchenabfälle | 20-25 | 1 |
| Hülsenfruchtstroh | 15 | 1 |
| Stallmist | 10-15 | 1 |
| Rasenschnitt | 10-15 | 1 |
| Mischkompost | 10-20 | 1 |
| Grünmasse | 5-15 | 1 |
| Hühnermist | 8 | 1 |
| Mistsickersaft | 2-3 | 1 |
| Hornspäne | 1 | 1 |
| Harn | 0,8 | 1 |

³⁴ Quelle: EM-Journal 16, Mai 2006, <https://www.emev.de/?q=journal>

Danksagung

Wir bedanken uns für die Fachberatung beim Erstellen dieses Informationsflyers bei Prof. Dr. Claudia Kammann von der Universität Gießen und Hans-Peter Schmidt vom Ithaka-Institut in der Schweiz, beide Pioniere der wissenschaftlichen Forschung und Praxis zu Pflanzenkohle (Biochar) und Pflanzenkohle-Kompost.

Impressum

© BUND Kreisgruppen Region Hannover und Hameln-Pyrmont
Text: Andrea Preißler-Abou El Fadil, Biowerkstatt Bildung und Projekte (APR), Sibylle Maurer-Wohlatz, BUND (SMW), Rainer Sagawe, BUND (RS), Willi Hennebrüder (WH), BUND Lemgo, und Daniel Fischer, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
Fotos Umschlagseiten: APR

Druck: Umweltdruckerei



1. Druckauflage 2015



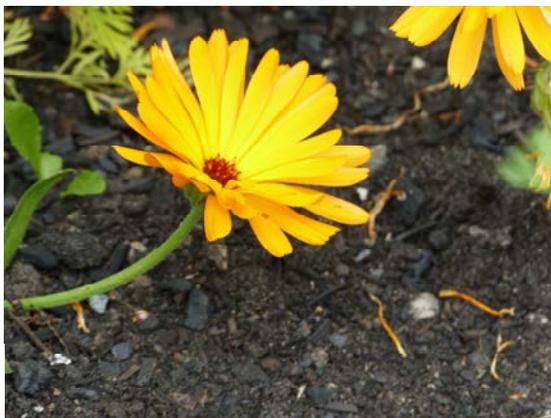
Foto: APR

Diese Informationsbroschüre ist im Rahmen des von der **Niedersächsischen BINGO Umweltstiftung** geförderten Projektes „Terra Preta im urbanen Raum“ mit einem großen Anteil ehrenamtlicher Leistungen erstellt worden. Wir danken der Niedersächsischen BINGO Umweltstiftung für die Förderung des Projektes, durch die dieses zukunftsweisende Projekt erst ermöglicht wurde.



BUND Region Hannover
Goebenstraße 3a
30161 Hannover
Tel. 0511 / 660093
bund.hannover@bund.net
www.bund-hannover.de

Bund Kreisgruppe Hameln-Pyrmont
Berliner Platz 4
31785 Hameln
Tel. 05151 / 13671
bund.hameln-pyrmont@bund.net
www.bund-hannover.net



*Ringelblume in Mischkultur
auf Pflanzkohle-Substrat*