

„Terra Preta“ im Lebensgarten Steyerberg 2010-2012

Ein Projekt im Permakulturpark am Lebensgarten Steyerberg (PaLS)

Leitung: Prof. Declan Kennedy

Bericht: Roland Wolf

Zeitraum: August 2010 - April 2012

Prof. Declan Kennedy ist Professor für ökologischen Städtebau und Pionier der Permakulturbewegung in Deutschland. Er ist Gründungsmitglied der ökologischen Gemeinschaftssiedlung „Lebensgarten Steyerberg e.V.“, Founding Chairman of Permaculture Institute of Europe und 1994 of Global Ecovillage Network (GEN). Die Errichtung des Permakulturparks am Lebensgarten Steyerberg „PaLS“ geht auf ihn und seine Frau Prof. Dr. Margrit Kennedy zurück. Das Projekt wird zum großen Teil von der Hübner-Kennedy Stiftung finanziert. Als Leiter des Projektes ist er die treibende Kraft hinter den Forschungsarbeiten zur dort praktizierten innovativen Bodenverbesserung, von denen der vorliegende Bericht „Terra Preta“ ein Teil ist.

Roland Wolf ist Pionier der Herstellung von Terra Preta, der schwarzen anthropogenen, fruchtbaren Gartenerde. Zusammen mit Harald Wedig ließ er sich seit 2003 von der Forschungsarbeit von Prof. Dr. Bruno Glaser zur wiederentdeckten Terra Preta der Ureinwohner des Amazonas inspirieren und unternahm gemeinsam mit Wedig erste Versuche zur Rekonstruktion des bis dahin in Vergessenheit geratenen Herstellungsverfahrens. Bis dahin galt Terra Preta als „Abfallprodukt“ landwirtschaftlicher Siedlungstätigkeit im Regenwald, nicht aber als Produkt eines bewußt gesteuerten Herstellungsprozesses mithilfe von Bodenmikroben. In seiner Kindheit ließ sich Wolf von Kohlenbunkern im Ruhrgebiet inspirieren, die außerordentliche Fruchtbarkeit zeigten, wenn Hüttenarbeiter während der Arbeit für „organischen Eintrag“ gesorgt hatten.

Inhaltsangabe:

Ausgangssituation und Beschreibung	Seite 2
1.Die anaerobe Milchsäurefermentation	Seite 5
2.Die fakultativ aerob-anaerobe Fermentierung in der Freiluftmiete	Seite 8
3.Die Steuerung durch den Menschen	Seite 10
Ausblick	Seite 15
Zusammenfassung	Seite 16

Ausgangssituation und Beschreibung:

Der nährstoff- und strukturarme Sandboden mit 19-22 Bodenpunkten auf den ca. 5 Hektar Weide -und Ackerland des Permakulturparks soll in die Lage versetzt werden, mehr Nährstoffe und Wasser zu speichern, damit die Erträge der Gartenpächter in angemessenem Verhältnis zum Aufwand stehen, ohne auf synthetischen Dünger oder Gartenerde aus dem Landhandel zurückgreifen zu müssen.

Wenn man dem Boden Nährstoffe zufügt, müssen dort auch Bodenmikroben vorhanden sein, die diese aufnehmen und in ihren Körper einlagern.

Nährstoffe, die im Boden weder auf Struktur noch auf Bodenmikroben stoßen, sickern entweder ins Grundwasser oder werden von der Sonne ausgelaugt (ausgetrocknet und verbrannt).

Wenn Mikroben dauerhaft in der Lage sein sollen, die zugefügten Nährstoffe als Nahrung in ihren Körper einzubauen, müssen sie über eine Wohnung verfügen. In strukturarmen Sandböden fehlt den Bodenmikroben aber diese Wohnstatt als Schutz vor Auswaschung und Austrocknung.

Auch gibt es zwischen den Sandkörnern zu wenig „Andockstationen“ in Form der vielgestaltigen Oberflächen der in reicheren Böden vorhandenen Ton-Humus-Komplexe, an denen Nährstoffmoleküle sich anlagern können. Nur wenn die Nährstoffe gebunden sind, können sie von den Haarwurzeln der Pflanzen über einen längeren Zeitraum bei Bedarf abgerufen und aufgenommen werden, ohne zuvor auszuwaschen.

Mittlerweile ist erwiesen, dass Pflanzenwurzeln sogar in der Lage sind, lebendige Zellen zu inkorporieren und zu verdauen. (Endozytose)

Will man Mikroben im Boden züchten, um Regenwurm- und Pflanzennahrung zu erhalten, muss man ihnen Ställe bauen, in denen sie jede Witterung überleben können.

Wie in einem echten Stall, braucht das „Bodenvieh“ in seinen mikroskopischen Biotopen (Ställen) Tränke, Futtertrog und Lüftung. Dafür sorgen von den Mikroinsekten bis zur Assel und zum Regenwurm diejenigen Bodenlebewesen, die die obere Mulch- und Bodenschicht durchlüften und mit ihren Gängen stabilisieren. Sie sorgen somit für die „Belüftungs- und Bewässerungs-Infrastruktur“. Insbesondere die Regenwürmer benötigen, um diese Arbeit leisten zu können, als Nahrung ähnliche Bodenmikroben wie die Pflanzenwurzeln.

Es geht also darum, Luft, Wasser, Nahrung und Mikroben dauerhaft in den Boden zu bekommen. Siedeln die Mikroben erst einmal dauerhaft im Boden, kann sich das höhere Bodenleben vom Mikroinsekt über die Würmer bis zur Pflanzenwurzel im und vom Bodenleben ernähren.

Im strukturarmen Sandboden fehlt es aber an Struktur, Nahrung und Wasser für die dauerhafte Ansiedlung von Bodenmikroben und die darauf aufbauenden höheren Bodenlebewesen.

Mulch

Ein wichtiger Schritt, Lebensbedingungen für Bodenmikroben zu schaffen, ist der Mulch in Form von Stroh, Heu, Grünschnitt, Rindenmulch oder sogar Pappe.

Diese organische Abdeckung liefert Schutz vor Austrocknung und im Laufe ihrer

Zersetzung durch Mikroben Nahrung für das Bodenleben. Ist die Zersetzung weitgehend abgeschlossen, fehlt den Mikroben jedoch die dringend benötigte „Wohnung mit Speisekammer und Wasseranschluss“, um Dürre und Nährstoffmangel zu überleben. Diese Siedlungsinfrastruktur für Bodenmikroben liefert die Zufügung von Holzkohle.

Terra Preta auf Basis von Holzkohlestaub verbessert den Ertrag eines Bodens. Der enthaltene Holzkohlestaub schafft Siedlungsmöglichkeiten für aerobe und anaerobe Bodenmikroben als lebendiges Nährstoff-Reservoir für Pflanzenwurzeln. Gleichzeitig dient er als Katalysator für die Humusbildung.

Holzkohle mit ihrer vielgestaltigen inneren Oberfläche ist in der Lage, aeroben , d.h. sauerstoffzehrenden, zersetzenden Mikroben als auch anaeroben Einzellern (z.B. Milchsäurebakterien) dauerhaft Siedlungsoberflächen zu bieten. Aerobe und anaerobe Bereiche liegen im Mikrokapilarsystem der Holzkohle eng beieinander. Wie im Sozialgefüge einer menschlichen Stadt, kann hier einer aus den Stoffwechselprodukten des anderen seinen „Profit“ bzw. seine Nahrung ziehen: Was die eine Mikrobe ausscheidet, frisst die andere auf und baut dies ohne Verlust durch Ausgasung oder Auswaschung lebendig in ihren Körper ein. Daher verläuft die Herstellung von Terra Preta in der Regel stoffkonservierender und klimafreundlicher als die stärker auf Verbrennungsprozessen beruhende Haufenkompostierung.

Damit die in der Terra Preta bereitgestellte „Mikrobenstadt“ innerhalb, auf und zwischen den Kohlepartikeln überleben kann, braucht es natürliche Gärten mit Gärtnern und Weiden mit Viehzüchtern, vergleichbar mit der Pilzzucht auf fermentierenden Pflanzenresten in Termiten- oder Ameisenbauten. Die Zerstäubung der Holzkohle und Aufspaltung in unzählige Kleinstpartikel sorgt für den nötigen Zwischenraum zur Entstehung von „Gärten aus organischem Humusschleim“. Schließlich werden diese „lebenden Gärten“ im Boden auch von den Regenwürmern abgeweidet, die sich mit ihren ton-humus-komplexen Ausscheidungen beim Boden bedanken.

Der Vergleich der makroskopischen Biotope und der menschlichen Gesellschaft mit dem „Sozialgefüge“ des Mikrokosmos im Bodenleben ist beabsichtigt. Wie in der menschlichen Gesellschaft gibt es im Bodenmikrokosmos Bauern, Gärtner, Viehzüchter, Transportunternehmen, Straßen und Kanalbauer, Postboten, Räuber, Polizisten, Kinderstuben, Lebensmittelläden, Arbeitsgemeinschaften usw..., also die ganze Infrastruktur.

Die vielgestaltige und überaus große Oberfläche der Holzkohle ist in der Lage, wie eine Stadt auf engem Raum vielen Mikroben ein hochorganisiertes Leben zu ermöglichen. Wie in einer echten Stadt beschleunigen die sich ergänzenden Lebensformen die Entwicklungsvorgänge des Lebens: Der Humusaufbau kommt auf der als Andockstation und Infrastruktur dienenden Oberfläche der Holzkohle schneller voran. Die Holzkohle dient somit als „Katalysator für die Humusbildung“ (Dr. Jürgen Reckin).

Die Bodenmikroben wiederum rauhen mit ihren z.T. sauren Stoffwechselprodukten die Oberfläche der Holzkohlepartikel an, und stärken durch die Bildung von COOH-Gruppen (Carboxyl-Gruppen) die Ionenaustauschkapazität und damit die Verfügbarkeit von Nährstoffionen. (Quelle: Telefonat mit Prof. Dr. Bruno Glaser, Mai 2009)

Die Holzkohle stellt den Mikroben die Struktur, die Wohnung zur Verfügung. Je kleiner die Partikelgröße, desto mehr vielfältige Oberfläche steht als „Andockstation“

für den lebendigen Humusschleim bereit.

Die Holzkohle bietet den Mikroben belüftete und unbelüftete Bereiche auf mikroskopisch engem Raum. Dadurch können aerobe und anaerobe Bakterien sich in Nachbarschaft ideal ergänzen. Die einen fressen die Ausscheidungen der anderen. Dadurch werden die Stoffe sofort in den lebenden Bodenkreislauf zurückgeführt und entweichen weniger Gase in die Atmosphäre.

Ernährung: Je ausgewogener, desto besser. Hartes (Kohlenstoff) und Weiches (Stickstoff). So frisch wie möglich.

Frisch gehäckselter Holzschnitt liefert Kohlenstoffketten als Vorstufe zum Humus in Form von Lignin und Kohlenstoff für den Körperaufbau von Mikrobenorganismen. Die nordamerikanische Traubenkirsche liefert viel und guten Mulch. Ihre mit einem Komposthäcksler fein gespleißten Zweige und Blätter haben sich als sehr gutes Ausgangsmaterial für Terra preta erwiesen. Generell kann jeglicher Hecken- und Baumschnitt verwendet werden.

Frischer Grünschnitt und Blattgrün liefern Zucker, Eiweiße und Stickstoff für die Bodenmikroben und die Fermentierung. Wegen ihres hohen Stickstoffgehalts besonders geeignet sind Brennesseln und Beinwell.

Mist und Jauche liefern Stickstoff und Phosphor.

Um die Bildung von giftigen Verwesungsstoffen durch Fäulnisprozesse zu vermeiden, muss der Mist und die Jauche vor der Umwandlung als Bestandteil von Terra Preta frisch, fermentiert oder verrottet sein.

Bevorzugt wird frischer Mist verwendet, solange er noch über Heizpotential verfügt, um die Energie und Nährstoffe effektiv in die Terra Preta zu überführen. In einer Freiluftmiete mit Bodenkontakt rotet und hygienisiert der Mist zusammen mit allen anderen Zutaten. Austrocknung ist unbedingt zu vermeiden, um Schimmelbildung zu verhindern. Alternativ kann der Terra Preta-Ansatz auch im Fass unter Sauerstoffabschluss stoffkonservierend fermentieren. (Prinzip Sauerkraut)

Mikrobenimpfung:

Als Impfung mit Mikroben für anaerobe Fermentierung haben sich EM oder die Mikrobemischung von Dr. Jürgen Reckin als geeignet erwiesen. Für die aerobe Fermentierung und Rotte eignen sich die Dr. Reckin-Mikroben besonders. Die Vermehrung erfolgt bei Zimmertemperatur und unter Lichtausschluss mit drei-prozentiger Zuckerlösung und etwas Molke. Riecht die Mischung stark säuerlich und nach Azeton ist die Vermehrung erfolgreich verlaufen und kann wiederholt werden.

Die Herstellungswege:

Zur Zeit werden zwei verschiedene Wege, Terra Preta herzustellen, diskutiert und erprobt:

- 1. Die anaerobe Milchsäurefermentierung**
- 2. Die fakultativ aerob-anaerobe Fermentierung in der Freiluftmiete**

Wir haben im Rahmen des Projektes beide angewendet. Für beide Methoden gilt die Mischungsregel in Volumenprozent:

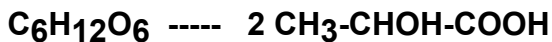
10 Prozent: Holzkohlestaub

10 Prozent: mineralische Bestandteile, enthaltend Lehm, Bentonit, Gesteinsmehl
80 Prozent: frische organische Abfälle biologischer Herkunft und zerkleinertes holziges, zellulose und ligninhaltiges Material

40 Prozent Feuchtigkeitsgehalt sind empfehlenswert.

1. Die anaerobe Milchsäurefermentierung:

Milchsäuregärung: Konservierung unter Sauerstoffabschluss



Die Konservierung erfolgt im geschlossenen Behälter: Bei unseren Versuchen im 300 Liter Fass. An Material wurde verwendet:

Holzkohlestaub: möglichst feingemahlen. Größige Korngrößen als Beimischung dienen als Langzeitvorrat durch kontinuierlichen Abrieb. Für die ersten Versuche wurde handelsübliche Grillholzkohle aus Laubholz in einer eigens angefertigten Holzkohlemühle vermahlen. 15 kg ergaben etwa 45 Liter Holzkohlestaub / Größ.

2011 wurden neun Bigbags zu je ca. 800 kg (ca. 2,5 m³) Holzkohlestaub / Größ von der Firma Schottorf bezogen. **Beim Abfüllen und Einmengen empfiehlt sich bis zur Abbindung der Holzkohle unbedingt das Tragen einer Atemstaubmaske.**

Grünschnitt und Heckenschnitt: Je frischer desto besser. Bei guter Frische (lebendiges Grün) kann man sogar auf tierische Zutaten verzichten. Enthält der Grünschnitt Zellulose und Lignin, deckt er auch den holzigen Anteil ab. In diesem Fall kann der Anteil an Grünschnitt bis auf 80 % hochgehen. Dies funktioniert wie beim Sauerkrautmachen allerdings nur mit den besonders stickstoffreichen „Kohlblättern“, in diesem Fall dem frischen Blattgrün, in dem ausreichend Zucker und Eiweiße vorhanden ist, um die Fermentierung in Gang zu bringen.

Handelt es sich beim Grünschnitt um Stauden oder Zweige, wird der Grünschnitt vorzugsweise mit einem Hammerwerk (Kramer Komposthäcksler „Terracut“) gehäckselt, um die Angriffsfläche für die Fermentierung zu erhöhen. Gräser, Kräuter und Blätter können unzerkleinert verwandt werden.

Frische Küchenabfälle eignen sich immer als Beimischung, vor allem, wenn das zusätzlich verwendete Grünzeug welk und stickstoffarm ist. Wird der Grünschnitt vollständig durch Küchenabfälle ersetzt, müssen diese viel frisches Blattgrün enthalten.

Fehlt der holzige Anteil im Grünschnitt erfolgt die Beimischung von **10 % holzigem Material** wahlweise durch:

gehäckselte Zweige
Herbstlaub
Sägemehl (Sägemühle)
Sägespäne (Kreissäge)
Hobellocken (Tischler)
usw...

Mist: Bis zu 40 % Volumenprozent am besten frisch. Mist kann immer beigefügt werden und verändert (erhöht) die Qualität der Terra Preta.

Jauche: Die angesammelte Jauche wird mit etwas Zucker und Eiweiß (Molke oder Milch) in einem geschlossenen Behälter mit Milchsäurebakterien vorfermentiert, um die Bildung von giftigem Ammoniak zu verhindern und um den wertvollen Stickstoff zu lebend zu binden. (Geruchstest: Ammoniak stinkt nach Schweinestall oder ungeputztem Urinal. Bei erfolgreicher Fermentation riecht es nach Sauerkraut oder Silage.) Jauche kann **bis zu einem Feuchtegehalt der Terra Preta von 40%** zugefügt werden.

Die richtige Feuchte ist überschritten, wenn Jauche aus dem Material heraus sickert. Dies ist unbedingt zu vermeiden, um nicht das Grundwasser zu belasten.

Mikroben-Impfmaterial: Milchsäurebakterien, wie sie z. B. in Effektiven Mikroorganismen enthalten sind. Die EM werden in 3% zuckriger Lösung und etwas Molke unter Sauerstoffmangel vermehrt. Vor dem Einmischen in den Terra Preta Ansatz können sie zur besseren Verteilung und Durchnässung mit der Gießkanne weiter verdünnt werden. Mit dem Wässern muss man aufhören, bevor Flüssigkeit aus dem angemischtem Material austritt oder versickert !

Zusammenfassung der Rezeptur für die anaerobe Milchsäurefermentation:

10% Holzkohlestaub

10% mineralischer Bestandteile, wurde bei unseren Versuchen auf bis zu 2% hochwertiges Montmorillonittonmehl reduziert

30-80% Grünschnitt und frische Küchenabfälle

0-40 % Mist

Effektive Mikroorganismen in wässriger, zuckriger Verdünnung oder als fermentierte Jauche

Das Material wird gut durchmischt. Bei den Versuchen im 300 Liter-Fass erfolgte die Mischung auf einer Plane mit Forke und Schaufel. Anschließend wurde das Fass schichtweise befüllt und jede Schicht durch Stampfen in Holzschuhen verdichtet.

Die Impfung mit der Mikrobenlösung erfolgte per Gießkanne in wässriger Verdünnung.

Die Fässer verfügten über einen Abflusshahn als Sickerabfluss. Dieser wurde jedoch bei richtig gewählter Feuchte nicht benötigt. Eine wenige Zentimeter hohe Schicht Sägemehl als Sickersumpf erwies sich als völlig ausreichend.

Als oberste Schicht wurde der Inhalt mit einer einige Zentimeter dicken Schicht

Sandboden bis zum Rand aufgefüllt, bevor der Deckel aufgelegt und beschwert wurde.

Folgende Faßmischungen wurden im Oktober 2010 angesetzt:

Fass Nr. 1 Mo. 4. Okt.	Fass Nr. 2 Di 5. Okt.	Fass Nr. 3 Mi. 6. Okt.
100 Liter Grünhäcksel Kramer: Buchsbaum, Melde, Efeu, Schellkraut, Eiche	110 Liter Grünhäcksel Kramer 20 Liter Grassoden mit Erde, Asche, Sand vom Tanzplatz	80 Liter Brennessel, 80 Liter Laub, Birkensamen, Gras 80 Liter Eichenlaub, Buchsbaum, Rose, Hagebutten, Essigbaum ungehäcksel
70 Liter Blattschnitt	60 L. Roßkast. -häcksel	
10 Liter Mist	30 L. Mistkompost Clivum	80 Liter Mistkompost Clivum
10 Liter Pferdemist		
100 Liter Küchenreste (La provence leicht mit EM versetzt) Die stinkenden alten Reste ohne EM am 3. Okt. mit Reckin Mikroben begossen	100 Liter Küchenreste	20 Liter Küchenreste Steyerberg
	60 Liter Sägemehl	10 Liter Sägemehl
10 Liter Ziegelmehl	Ziegelmehl	20 Liter Ziegelmehl
30 Liter Holzkohlestaub	30 Liter Holzkohlestaub	25 Liter Holzkohlestaub 5 Liter Holzkohle/Asche
20 Liter Lehmputz	7 Liter Lehmputz	6 Liter Lehmputz
10 Liter Bentonit	3 Liter Bentonit	3 Liter Bentonit
3 Liter EMA (Jean-Phil.)	1 Liter EMA Triaterra	10 Liter Reckin Urinfern.
20 Liter Brunnenwasser	9 Liter Brunnenwasser	Brunnenwasser

Die Fässer wurden im März gewendet, um nach der Fermentierung den Bodenschluss herzustellen. Wenn das Material nach dem Geruchstest milchsauer riecht, kann das Fass gewendet werden. Vorsicht: Fass mit mehreren Personen wenden, um dem Bruch der Fasswand vorzubeugen!

Das Wenden und der Bodenschluss dienen dazu, um dem Bodenleben Einlass zu gewähren. Die Reifung des milchsauen Materials zu Erde konnte beginnen. Mitte April wurden die Fässer abgezogen, sodass die Reifung unter Lichteinfluss und vermehrter Sauerstoffzufuhr vollzogen wurde.

Die Reifung des dem Wetter ausgesetzten Materials vollzog sich im Inneren innerhalb von ca. 6 Wochen. Ameisen, Asseln und eine Blindschleiche hielten Einzug.

An der Oberfläche blieb das milchsauer Material unverrottet, weil zu trocken und von der Sonne ausgelaugt. Die breitflächigere Ausbringung des Materials und die Abdeckung mit Mulch wäre ratsamer gewesen, um die Feuchte zu halten und die Reifung nicht zu behindern.

Die endgültige Gare vollzog sich daher erst nach Verbringung des Fassinhalts als 5cm dicke Schicht unter dem Strohmulch von Baumscheiben im Wegedreieck vom PaLS-Acker zum Pferdestall hin. Hier erst konnte die nötige Feuchte gehalten werden und zogen die

Regenwürmer ein. Dieser Langzeitversuch muss jährlich mit Stroh oder Grünschnitt gemulcht werden.

Inhalte von Fass 1 und Fass 2 liegen in den Beeten von Christl Niemeyer (siehe Aufzeichnungen Christl Niemeyer 2011) und im Kohlbeet 2011 von Jean-Philipp Genetier (siehe Aufzeichnungen Jean-Philipp Genetier).

Aufbau Baumscheibe im Wegedreieck 1:

Als Unterlage unzerkleinerter nordamerikanischer Traubenkirschweigschnitt, danach Auflage aus dem Inhalt von Fass Nr. 3 und Oberflächenmulch aus Eichenlaubkompost vom Herbst des Vorjahres.

Aufbau Baumscheibe 2:

ähnlich wie Baumscheibe 1

Beobachtung: Bei unseren Versuchen sind die Regenwürmer immer erst im abschließenden Reifeprozess nach der Fermentation eingezogen. Bei den Versuchen von Brunhilde Kühl in Hameln dagegen arbeiten die Regenwürmer schon bei Beginn der Fermentation im mit Folie ausgelegten und verschlossenen Lattenkomposter mit Kontakt nach unten zum natürlichen Boden von Anfang an in großer Zahl mit.

Beispiel für einen rein pflanzlichen Ansatz ohne Zerkleinerung durch Häckseln :

Fassfüllung 300 Liter-Fass 21. Mai 2011

Grünschnitt (Sense):	60 Liter (mit Spaten in Maurerwanne zerhackt)
Brennesseln (Sense)	60 Liter
Buchenblütenstengel:	20 Liter
Sägemehl	20 Liter
Holzkohle	25 Liter
Bionit	6 Liter
Urgesteinsmehl	1 Liter
Algenkalk	1 Liter
Küchenabfall	30 Liter

Das Fass wurde Ende Juni geöffnet und umgedreht. Ende August wurde das Fass abgezogen. Das Fermentationsergebnis war dem der übrigen Fässer vergleichbar. Ohne Mistbeigabe und feines Häckseln ist die Konsistenz des fermentierten Materials jedoch im Ergebnis weniger homogen.

Im Oktober, um die weitere Auslaugung zu verhindern, wurde der Fassinhalt als Impfung in die während der Baumpflanzaktion neuangelegte östliche Verlängerung der langen Miete am Pferdeschuppen nach Osten und im November bei der zweiten Baumpflanzaktion als Impfung in die neue Miete am Weg vom Gatter (Geräteschuppen) bis zum Sträucheroval am Wegedreieck eingebracht.

2. Die fakultativ aerob-anaerobe Fermentierung in der Freiluftmiete

Anordnung:

Als zweiter Herstellungsweg hat sich die fakultativ aerob-anaerobe Fermentierung und Rotte in Freiluftmieten mit Bodenschluss erwiesen.

Der Ansatz der Mieten erfolgte idealerweise in ein Meter breiten und beliebig langen Mieten, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten. Die Höhe sollte 40 cm nicht übersteigen.

Zusammensetzung:

Die Schichtung erfolgt in dünnen Lagen, bei denen sich hartes, ligninreiches und weiches, stickstoffreiches Material abwechseln. Die Holzkohlestaub, -Ton- und Gesteinsmehl-Mischung wird regelmäßig als Zwischenschicht eingestreut und mit einer Harke eingerüttelt, vorzugsweise auf die feuchten, stickstoffreichen Schichten, wie Mist oder Küchenreste. Um Schimmelbildung zu vermeiden, wird die Miete zu Beginn und bei drohender Austrocknung gewässert. Dies geschieht idealerweise mit fermentierter Jauche. Die Jauche wird mit Brennesseln, Beinwell oder Urin angesetzt. Als Fermentationsimpfung werden EM oder die Mischung von Dr. Jürgen Reckin verwendet. Aber auch die Milchsäurebakterien in Sauerkrautsaft haben sich als geeignet erwiesen. In diesem Fall fehlen jedoch die Bodenmikroben. Wandern diese nicht aus der Umgebung ein, kann die Impfung mit Bodenproben aus dem Erdbereich von alten Hecken oder mit reifer Terra Preta erfolgen.

Rezeptur-Faustregel für Freiluftmieten:

10 % Holzkohlegruß / -staub

**40 - 70 % frischen, feingehäckselten Heckenschnitt (Lignin, Zucker, Proteine)
Küchenreste und frischen Grünschnitt in steigendem Maße zufügen, wenn sich
Zucker und Proteine im Heckenschnitt verflüchtigt haben.**

0 - 40 % Mist, fermentierte Jauche

10 % mineralische Bestandteile

Bei guten Bedingungen (ausreichend Feuchte, guter Zerkleinerungsgrad und Zerspleißung der Zweige, warme Temperaturen) ist die Reife nach zwei bis drei Monaten abgeschlossen.

Ist das Material zu grob oder nicht vollständig gemischt, kann es sogar über ein Jahr dauern, bis die vollständige Vererdung einsetzt. Letztendlich arbeitet die Zeit auf Kosten der Effizienz des Prozesses immer für die Vererdung.

Freiluftmiete ohne anaerobe Fermentation:

Aufbau Baumscheibe 3:

Als Unterlage dünne Eichenlaubsschicht, dann mit dem Kramerhäcksler zerkleinerte nordamerikanischer Traubenkirschschnitt und Wiesenstauden vermischt mit Pferdeäpfeln, Küchenabfällen und feinen Sägespänen und Sägemehl, abschließend abgedeckt mit Eichenlaubkompost vom letzten Herbst. Die Mikrobenimpfung erfolgte mit fermentierter Jauche.

Diese Baumscheibe wurde ohne anaerobe Fassfermentierung als Freiluftmiete angelegt.

Beobachtung im April 2012:

Gute Gare der Schwarzerde in allen drei Baumscheiben. Die in 2011 vorhandenen regen Kompostwürmer waren im Frühjahr 2012 weitgehend ausgezogen. Unter dem Mulch hält die Schwarzerde die Feuchte excellent. Baumscheibe 3 verfügte mit mehreren Zentimetern über die dickste Schwarzerde-Humusschicht.

3. Die Steuerung durch den Menschen

Die Herstellung von Terra-Preta in aeroben Freiluftmieten ahmt natürliche Bodenbildungsprozesse unter Zufügung von Holzkohlestaub nach.

Wo möglich, strebt die Natur nach Steigerung von Fruchtbarkeit und Vielfalt der Lebensformen. Die Bodenbildung zu Lande ist hierfür eine wichtige Voraussetzung. Die Natur bildet Boden ohne Zutun des Menschen. Sie benötigt hierfür am selben Ort in ausgewogenem Verhältnis:

Minerale
Nährstoffe
Feuchte
Luft
Wärme
Bodenleben
Zerkleinerung und Vermischung
Zeit und Kontinuität
Mulch als Schutz vor Auslaugung und Auswaschung

Die **Innovation des Menschen** bei der Herstellung von Terra Preta besteht in der **Hinzufügung von Holzkohlestaub, der die Humusbildung als Katalysator anregt** und der behutsamen Steuerung des Prozesses.

Eine genaue Rezeptur gibt es nach unserer Erfahrung nicht. Folgendes ist jedoch zu beachten:

Minerale: Tonmehl ist wichtig für die Bildung von Ton-Humus-Komplexen, die Nährstoffe und Wasser einlagern und dosiert abgeben können. Gesteinsmehl dient als Minerallieferant für den Aufbau des Bodenlebens und der Ton-Humus-Komplexe. Deren vielgestaltete Oberfläche dient als Andockstation für Nährstoffe und als Wasserspeicher. Nicht zuletzt geben sie dem Boden Struktur und beugen dadurch der Erosion vor. Als sinnvoll wird ein mineralischer Anteil von zehn Volumenprozent angesehen. Bei unseren Versuchen sind wir vielfach darunter geblieben, haben jedoch hochwertiges Montmorillonit-Tonmehl benutzt. Unsere Terra Preta ist deshalb sehr humös.

Nährstoffe: Wie beim Kompostieren braucht es für die Bildung fruchtbarer Erde hartes und weiches Material, das heißt Kohlenstoff C und Stickstoff N in einem Verhältnis von ungefähr 24:1 - 9:1.

Das **harte**, kohlenstoffreiche Material liefern:

Holzhäcksel
Sägespäne
Sägemehl
Herbstlaub

Das **weiche**, stickstoffreiche Material liefern:

Grünschnitt und Küchenabfall

Mist und Jauche

Feuchte: Der strukturlose Sandboden in Steyerberg kann Feuchte nicht gut speichern. Wenn Vegetation den Boden nicht bedeckt, beschattet und vor Austrocknung schützt, schafft Mulch Abhilfe.

Mulch hält die Feuchte effektiv und verhindert die ungewünschte Auskeimung von Samen, bevor die Erde reif und gar ist.

Als Mulch dienen:

- Laub
- Stroh
- Heu
- Rindenmulch

Trockenheit: Trocknet das Material aus, bildet sich leicht weißer und grünlicher Schimmel.

Bei Öffnung der Miete stauben dann die Sporen deutlich sichtbar aus.

In diesem Fall: Sofort wässern!

Luft: Bei lockerer Schichtung und Besiedlung mit Regenwürmern schafft das Bodenleben seine eigenen Belüftungsgänge. Sind die Mieten nicht höher als 40-50 cm geschichtet, entfällt das beim Kompostieren übliche Umsetzen der Miete. Im aeroben Milieu der Miete sorgt die Holzkohle für mikroskopisch kleine anaerobe Kompartimente, die als Lebensraum für die ebenfalls benötigten unter Sauerstoff-Ausschluss lebenden Mikroben dienen.

Wärme: Ideale Temperaturen für die Fermentation liegen in den ersten Tagen bei 25-38 Grad Celsius. Enthält die Miete von Beginn an viel frisches Grün und/oder frischen Mist, steigt die Temperatur in den ersten zwei Tagen leicht auf über 50° Celsius. Dies hat hygienisierende Wirkung. Danach sinkt die Temperatur für die nächsten 7-10 Tage auf ideale Fermentationsbedingungen unterhalb der Fiebertemperatur von 38°C ab. Fällt die Temperatur unter 20°Celsius, verlangsamt sich der Prozess entsprechend. Gefriert die Miete, ruht der Prozess. Taut die Miete wieder auf, setzt sich die Vererdung mit steigender Außentemperatur wieder fort. Die hohen Temperaturen in den ersten zwei Tagen fördern die Hygienisierung, führen aber auch zu Masse, Nährstoff- und Energieverlusten. Im Winter sorgt frischer Mist in der Miete noch lange für Frostschutz.

Bodenleben: „Le milieu est tout!“ (Louis Pasteur). Stimmen die Lebensbedingungen, stellen sich die richtigen Mikroben ein. Zu Beginn ist eine Impfung mit Zersetzern und Bodenbildnern ratsam, zum Beispiel mit der sehr stabilen Mikrobemischung Dr. Jürgen Reckins. In einer Terra Preta-Miete laufen aerobe und anaerobe Prozesse auf engstem Raum nebeneinander ab und bedingen einander. Verschiedene Myceten erscheinen und verschwinden nach Augenschein manchmal in täglicher Abfolge. Als besonders wertvoll erweisen sich die Mykorrhiza-Pilze, die in Symbiose und Austauschgemeinschaft mit pflanzlichen Haarwurzeln leben und bei der Erschließung von Nährstoffen helfen.

Zerkleinerung und Vermischung: Um den Prozess schnell in Gang zu bringen, bedarf es der Zerkleinerung und Vermischung der Zutaten.

Die Zerkleinerung erfolgt durch:

Spaten, **Häcksler**, Strohschneider, **Bodenleben**

Der Spaten eignet sich für die Zerkleinerung von frischem Grünschnitt und Küchenabfall in

der Maurerwanne. Küchenabfall zersetzt sich auch ohne mechanische Zerkleinerung schnell, Grünschnitt je nach Pflanzenart etwas langsamer.

Der **Häcksler** ist effektiv im Zerkleinern von Zweig- und Baumschnitt. Zerspleißen und Auffasern durch ein Hammerwerk bieten den Mikroben mehr Angriffsfläche.

Ein Schneidwerk dagegen liefert glatte Oberflächen, die nur langsam rotten, weil die Mikroben keine Eingänge in „ihre Behausung“ finden.

Zum Vergleich: Wenn man Kartoffeln mit dem Messer schneidet, kann die Sauce auch nicht einziehen, bei mit der Gabel zerdrückten Kartoffeln dagegen sehr wohl.

Bodenleben löst Gestein durch Säurebildung. Springschwänze und Asseln verdauen Laub und Holz zu Humus. Ist der Fermentations- und Rotteprozess erst einmal in Gang gekommen, erweist sich das Bodenleben als der wirksamste Zersetzer und Zerkleinerer.

Mechanische Vermischung: manuell per Schaufel, Forke und Mistgabel, maschinell durch Häcksler und Miststreuer (besonders effektiv!)

Natürliche Vermischung: Ameisen transportieren Sandkörner an die Oberfläche und Organisches nach unten. Die Regenwürmer mischen und formen Ton-Humus-Komplexe. Dieser Prozess kommt umso schneller in Gang, je dünner geschichtet die unterschiedlichen Materialien zu Mieten aufgehäuft werden. Derart kann das Bodenleben zügig mit der vertikalen Durchmischung beginnen. Wie bereits erwähnt machen diese Vermengung und die luftführenden Gänge das Umsetzen der Terra Preta-Mieten überflüssig.

Hemmnisse natürlicher Vermischung sind:

Trockenheit:

Trockennester durch zu dicke Batzen Stroh, Laub oder trockener Wurzelballen unvermischter Holzkohle, etc. bringen den Prozess zum Stillstand und fördern die Schimmelbildung.

Austrocknung durch Wind und Sonne bei fehlendem Mulch, Schatten und/oder Windschutz führen zu verarmender Auslaugung.

Zu große Stückung: Grober Holzhäcksler mit glatter Oberfläche, so geschehen bei der langen Miete am Pferdestall, widersteht der Zersetzung auch noch nach anderthalb Jahren und verzögert so die Bodenbildung. Bei ausreichender Feuchtigkeit bilden sich zwischen den Holzstückchen längliche weiße Mycele. Erstaunlicherweise sind dennoch Regenwürmer zwischen dem bloßen Holz zu finden. Teilweise stammen diese Würmer aus der von Dr. Stefanie Krück im November 2011 ausgesetzten Wurmpopulation.

Komprimierung: Verdichtung führt zu Sauerstoffmangel und hemmt den Werdegang der Terra Preta.

Zeit: Bei idealen Bedingungen braucht es bis zur Reife der Terra Preta zwei bis drei Monate.

Der menschliche Faktor:

Alle Lebewesen nähren durch ihre Ausscheidungen und Abfallprodukte (Kot, Laub, Losung, Federn, etc...) die Bodenbildung von Mutter Erde.

Der Mensch als einziges Lebewesen nährt zunehmend das Feuer und hindert Mutter Erde an der Bodenbildung. Nach dem ersten Weltkrieg wurden die Munitionsfabriken in Kunstdüngemittelfabriken umgewandelt. Kunstdünger und Bodenbruch stören das Bodenleben und hemmen die Bodenbildung. Bis heute haben viele unserer Kulturböden

mehr als die Hälfte ihres Humus verloren. Es ist vielleicht kein Zufall, dass unser Versuchsgelände auf verarmtem Sandboden in unmittelbarer Nähe zum ehemaligen Gelände einer der großen Munitionsfabriken des Zweiten Weltkriegs steht.

Der Mensch (Homo, Humus, Humanitas) ist jedoch sehr wohl in der Lage, Boden zu bilden, wenn er seine organischen Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau und Haushalt so wie alle anderen irdischen Lebewesen zu Lande ohne krankmachende Fäulnis in den Veredungskreislauf zurückführt.

Fügt er dem Bodenbildungsprozess zusätzlich Holzkohlestaub hinzu, so schafft er anthropogene Schwarzerde, die Terra Preta.

Im Amazonasgebiet wurden bis zu 7000 Jahre alte Terra Preta-Böden gefunden.

Holzkohle entsteht aus kohlenstoffreichem organischen Material, das Pflanzen zuvor mit Hilfe der Sonnenenergie aus der Luft gepumpt haben. Der Verschmelzungsprozess im Meiler ist ein sich selbst befeuernder Prozess und benötigt keinen zusätzlichen Brennstoff von außen.

In modernen Pyrolyse-Öfen kann das entstehende Synthesegas zur Energiegewinnung genutzt werden. Pyrolyse-Öfen sind Holzvergaser, die Holzkohle, Wärme und Synthesegas, bestehend aus Methan und Kohlenstoffmonoxyd (CH₄ und CO) produzieren.

Mit dem brennbaren Synthesegas kann eine Turbine angetrieben werden und Strom erzeugt werden.

Der Sonne ausgesetzter Rindenmulch bildet ohne menschliche Einwirkung an der Oberfläche ebenfalls eine holzkohleartige Schicht.

Der soziale Faktor

Das Herstellen von Mutterboden rührt an sehr starke menschliche Gefühle. Rührung und Gleichgültigkeit, Provokation und Streit sowie Kooperation und Konkurrenz liegen hier sehr dicht beieinander.

Die verwendeten Rohstoffe stammen aus den Lebensprozessen einer Gemeinschaft. Wenn, wie in Steyerberg, ein einzelner oder wenige als Projektmitarbeiter beginnen, vorher anders genutzte oder benötigte Rohstoffe zu vererden, so ist dies ein einschneidender Eingriff in das Gefüge einer Lebensgemeinschaft, der starke Zustimmung aber auch skeptische Ablehnung hervorruft.

Terra Preta funktioniert nur, wenn sie von einer kritischen Masse in einer Gemeinschaft getragen wird. Denn der Herstellungsprozess umfasst:

Die Bereitstellung von Rohstoffen,

Das Mischen der Vererdungsansätze

Die Pflege der Mieten

Die Dokumentation

Die Ausbringung und den sinnvollen Einsatz als Bodensubstrat

Bereitstellung von Rohstoffen

Hierzu bedarf es der Kooperation von Tierhaltern, Waldbesitzern, Grundeigentümern, Gärtnern, Küchenpersonal, Kompostierern und Konsumenten.

Die Grundeigentümer, Viehalter und Küchenpersonal müssen der Verwendung von

Grünschnitt, Heckenschnitt, Laub und Mist zustimmen. Transport und Zerkleinerung müssen geregelt werden. Wenn es Konkurrenzkreisläufe für die Rohstoffe gibt, wie in Biogasanlagen oder Gärtnereien, ist es sinnvoll, auf andere Stoffe oder Quellen auszuweichen.

Folgende Rohstoffquellen ohne oder gegen geringe Bezahlung konnten erschlossen werden:

Pferdehalter:	Mist gegen Abholung
Taubenzüchter:	Taubenmist frei Haus
Flussgenossenschaft oder Grünflächenamt:	Laub frei Haus
Landwirt :	Laub frei Haus
Seminarküche und Großküche :	Küchenabfälle gegen Abholung
Sägemühle:	Sägemehl gegen Bezahlung
Kreissäge, Brennholzhersteller:	Sägemehl gegen Abholung
Tischlerei:	Sägemehl gegen Abholung
PaLS-Acker:	Maht, auch andere Nutzer
Wald, PaLS:	Kieferschredder, Kirschlorbeerzweige, Brennesseln
EM-Versand, Bodenforscher, gesunde Bodenprobe:	Bodenmikroben

Einkauf:

Schottorf:	Holzkohlegruß und -staub
Weser Landhandel:	stückige Holzkohle gegen Bezahlung
Firma Herbst GmbH, Münster:	Bentonit
Neudorf:	Gesteinsmehl

Das Mischen der Vererdungsansätze

Im Lebensgarten Steyerberg wurden im Rahmen des Seminarbetriebes drei Kurse zur Erlernung der Herstellung von Terra Preta durchgeführt. Zahlreiche Führungen externer Expertengruppen dienten der Wissensverbreitung. Die Schulung von ortsansässigen Menschen zur Pflege der Mieten wurde nicht systematisch angegangen. Das Anmischen der Mieten erfolgte durch den Projektmitarbeiter Roland Wolf und durch Praktikanten.

Pflege der Mieten

Bei der Pflege konnte ein Ehepaar und drei weitere Personen gewonnen werden, Urin zu fermentieren. Die gefüllten Eimer wurden zur Impfung und Wässerung auf den Mieten ausgebracht. Die Wasserersparnis für ein Ehepaar war deutlich.

Dokumentation:

Vom Anlegen bis zur Ernte einer Miete ist auf gute Dokumentation zu achten.

Wünschenswert ist neben dem eigentlichen „Erdmacher“ eine zweite Person, die nach festgelegten Kriterien dokumentiert.

Fotoapparat und Schreibzeug müssen immer vor Ort sein. Es müssen feste Zeiten für die Datenübertragung eingeplant werden. Wissenschaftliche Begleitung und Vernetzung ist in Zukunft notwendig.

Der Ort der Herstellung muss bis zum Abschluss des Experiments unangetastet bleiben. Da Terra Preta für Gärtner einen hohen Wert darstellt, ist bisher ein nicht geringer Prozentsatz der Versuchsmieten an mehreren Versuchsstandorten unabhängig voneinander vor Ablauf des Experiments unkontrolliert abgeräumt und zum Anbau verwendet worden.

Wie bei Humuslangzeitversuchen in der Landwirtschaft besteht immer die Gefahr, dass das Versuchsgelände nicht lange genug bestehen bleibt.

Die besten Voraussetzungen scheinen gegeben, wenn der Gärtner selber an Ort und Stelle seine eigene Terra Preta ansetzt, beobachtet, einsetzt und auswertet.

Die Ausbringung und den sinnvollen Einsatz als Bodensubstrat

Da es sich bei Terra Preta um einen hochkomplexen Organismus handelt, hat es sich bisher nicht als sinnvoll erwiesen, ihn bei der Ausbringung zu weit auseinander zu reißen und zu stark mit dem standorteigenen Boden zu verdünnen. Die Wirkung der Terra Preta scheint in diesem Fall zu verpuffen.

Hilfreich ist hier wieder der Vergleich mit der makroskopischen Ebene:

Bei einer Stadt erstürbe das städtische Leben, wenn man Straßen und Bauten zu weit auseinander zöge. Der Vorteil der Stadt, das engmaschige Beziehungsnetz, ginge verloren. Hat man ausreichend Fläche zur Verfügung erwies es sich als sinnvoll die Terra Preta gleich am Ort ihrer späteren Nutzung anzusetzen und reifen zu lassen. Man spart Transportaufwand und vermeidet so die Störung des komplexen Organismus „Terra Preta“

Oberflächenschutz durch Mulch

Den lebendigen Organismus Terra Preta an der Oberfläche zu sehr der Hitze und Sonne auszusetzen, hieße Perlen vor die Säue werfen. Die Schutzfunktion der Oberfläche sollte besser Stroh- oder Laubmulch überlassen werden, um die Qualitäten der darunterliegenden Terra Preta besser zu bewahren. Im Pflanztunnel auf dem PaLS-Acker war Terra Preta ca. 2 cm dick als Mulchschicht ausgebracht worden. Im heißen Mikroklima des Pflanztunnels konnte sie ihre lebendige Wirkung nicht richtig entfalten. Freiliegende Terra Preta kann ihre Wirkung unserer Erfahrung nach am besten entfalten, wenn sie gemulcht wird. Der Mulch dient während seiner Verwitterung gleichzeitig als Nahrung für den Organismus Terra Preta.

Ausblick:

Für die zukünftige Erforschung der Terra Preta ist die Zusammenarbeit folgender Akteure wünschenswert:

- ✦ **Pyrolyse-Anlagen-Hersteller** zwecks preiswerter Bereitstellung von Holzkohle
- ✦ **Betriebshöfe, Gemeinden und Abfallgemeinschaften** zur Errichtung von Stoffkreisläufen
- ✦ **Erdmacher** zur der Verbesserung der Herstellungsweise
- ✦ **Landwirte und Gärtner** für die praktische Umsetzung
- ✦ **Forschungsinstitute** zur Bestimmung von Qualitätsparametern und Sicherheitsstandards
- ✦ **Politik, Verwaltung und Konsumenten**, mit dem Ziel der politischen Willensbildung zum Humusaufbau und der Initiierung von regionalen Humusaufbau-Projekten unter Beteiligung der regionalen Wirtschaft.

Beispiel: Zertifikate für CO₂-freie Betriebe gegen bezahlten Humusaufbau durch Landwirte wie in Kaindorf im österreichischen Kärnten

♣ **Netzwerkern** zur Bündelung unterschiedlicher Versuche an verschiedenen Orten

Zusammenfassung

Wie schaffen wir es Terra Preta wirtschaftlich herzustellen und sinnvoll anzuwenden?

Bereitstellung preiswerter und ökologischer Holzkohle.

*„Ich bin so alt wie der Duisburger Wald“
Siebenmal gekollt,
siebenmal gemollt
und doch gewachsen wie Mühlenachsen“*

Dies den im Wald lebenden Zwergen in den Mund gelegte Zitat aus einer niederrheinischen Sage weist den Weg zur nachhaltigen Holzkohleproduktion.

Sinngemäß übersetzt heißt es soviel wie:

„Hier stehen uralte Bäume, obwohl deren Vorgänger mehrfach verkohlert (*gekollt*) und zu Holzkohle verarbeitet worden sind. Laub, Zweige, Späne und der Holzkohlestaub wiederum wurden als Mulch (*gemollt*) genutzt, was letztendlich Erde ergab. In dieser Erde wiederum konnten noch mächtigere Bäume „*wie Mühlenachsen*“ wachsen.

Holznutzung, Kohleproduktion und Aufforstung standen in sinnvollem Verhältnis zueinander.

Der verbesserte Boden war dann wiederum in der Lage einen rohstoffliefernden Wald zu tragen.

Derart weisen die „Zwerge im Duisburger Wald“ den Weg in eine moderne und nachhaltige Holzkohleerzeugung und Nutzung.

Fruchtbarkeit und Ertragssteigerung

Mit der gewonnenen Holzkohle kann Terra Preta erzeugt werden. Die höhere Ertragskraft der Terra Preta wiederum lässt mehr Biomasse wachsen. Diesen Überschuss kann man wiederum in die Bodenverbesserung mit Terra Preta einbringen. Das Resultat ist eine nach oben gewandte Spirale aus höheren Erträgen und der zunehmenden Einlagerung von Kohlendioxid im Boden. Denn der Kohlenstoff in der Holzkohle beruht letztendlich auf dem Kohlendioxid, das Pflanzen zuvor mithilfe der Photosynthese aus der Atmosphäre gepumpt und in ihren Pflanzenkörper eingelagert haben.

Moderne Pyrolyse-Öfen sind bei der Firma Pyrex und Schottorf erhältlich. Die Pyrolyse ist ein sich selbst befeuernder Prozess und benötigt keine externe Energie. Im Gegenteil man gewinnt dabei Energie durch das zusätzlich entstehende Synthesegas

Kohlenstoffsенke:

Pflanzen pumpen mithilfe der Sonnenenergie per Photosynthese Kohlenstoff aus der Luft und bauen diesen in ihren Pflanzenkörper ein.

Die Einlagerung von Holzkohle in den Boden pumpt daher Kohlenstoff aus der Atmosphäre in die Erde. Da die Holzkohle zusätzlich als Katalysator für die Humusbildung dient, erhöht sich diese Pumpwirkung um ein mehrfaches.

Bleibt der so gebildete Humus durch nachhaltige Bewirtschaftung dauerhaft erhalten, gewinnen wir die Kohlenstoffsенke, nach der wir alle suchen.

Gleichzeitig erhöhen wir die Fruchtbarkeit und Gesundheit unserer Böden, ohne deren Erträge wir nicht überleben können. Je eher Kunstdünger auf fossiler Basis unbezahlbar werden wird, desto dringender wird die Humusbildung durch Vererdung organischer Rohstoffe wie Mist, Laub, Jauche und Urin. Dabei ist es wichtig, etwaige Faulprozesse in anaerobe Fermentation oder aerobe Rotte zu verwandeln, um Krankheiten vorzubeugen. Dies wird eine Überlebensfrage der großen Mehrheit der Menschheit. Ohne nährstoff- und wasserhaltende Böden keine Nahrungsmittel. Zur Zeit liegen unsere Ackerböden nackt der Auslaugung und Auswaschung preisgegeben. Nährstoffe vergasen in die Atmosphäre oder waschen aus und überdüngen die Weltmeere. Der Aufbau von Böden, die Wasser und Nährstoffe halten, wird die Aufgabe der Zukunft sein. Landwirtschaft betreiben und Ernten auf eine Weise, die Böden verarmt und auslaugt, heißt, an dem Ast zu sägen, auf dem wir sitzen. Wenn wir aber Stoffkreisläufe so einrichten, dass wir Böden aufbauen, können wir auch darüber nachdenken, einen Teil der Ernte in Biogasanlagen zu vergasen oder in Kraftwerken für die Stromgewinnung zu verbrennen.

Nur ein Lebewesen, das seine Lebensgrundlage und die Lebensgrundlage der ihm zuarbeitenden Lebewesen fördert und erhält, bleibt dauerhaft Gast auf dieser Erde.