



# Semesterabschlussarbeit

Gruppe: Prinzessinnengarten

Sommersemester 2014

vorgelegt von: Heimstädt, Cornelius  
Holzmüller, Ronny  
Mörtl, Julia  
Virta, Pessi

Betreuung durch: Prof. Undine Giseke  
Dipl.-Ing. Arch. Xenia Kokoula  
Tutor Thomas Finger  
Tutorin Diana Diekjürgen  
Tutorin Sibila Zecirovic

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Grundlagen.....	5
2.1	Prinzessinnengarten.....	5
2.2	Projektwerkstatt Permakultur und Terra Preta.....	6
2.3	Permakultur und Terra Preta.....	6
2.4	Kompostierung.....	7
2.5	Regenwürmer und Wurmkompost.....	9
2.6	Bokashi.....	13
2.7	Ausgangslage zum Sommersemester 2014.....	13
3	Methodische Vorgehensweise.....	13
3.1	Group process.....	14
3.2	Research.....	14
4	Ergebnisse.....	15
4.1	Baugruppe: Wurmbox und -tower.....	15
4.2	Ressourcen.....	17
4.3	Terra Preta.....	17
4.4	Abschlusspräsentation.....	18
5	Auswertung der Ergebnisse.....	18
5.1	Analysis of the group process.....	18
5.2	Analyse der Wurmbox und des Wurmtower.....	19
6	Fazit.....	19
6.1	Ausblick.....	20
7	Schluss.....	22
8	Quellenverzeichnis.....	23
8.1	Literaturverzeichnis.....	23
8.2	Internetquellenverzeichnis.....	25
9	Anhang.....	25
9.1	Anhang 1: vermikashi Plakat.....	26
9.2	Anhang 2: Bildtafel Mindmap.....	27
9.3	Anhang 3: Ressourcenliste.....	28
9.4	Anhang 4: Illustrationen zur Präsentation.....	29

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sauerstoff, Wasser und Mikroorganismen bauen organische Substanzen zu Humus um.

Abbildung 2: Ansicht und Beschreibung der Unterarten *Eisenia foetida foetida* und *Eisenia foetida andraei*.

Abbildung 3: Bildtafel Kistenbau

Abbildung 4: Wurmtower

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stellung von *Eisenia foetida* im zoologischen Klassifikationssystem

## Abkürzungsverzeichnis

TU .....Technische Universität

HU .....Humboldt Universität

UdK .....Universität der Künste

HNEE .....Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

DIY .....Do It Yourself

GmbH .....Gemeinschaft mit beschränkter Haftung

NAPF .....Naturkost-Pfandsystem

Da die Gruppe international zusammengesetzt ist, wird der Text in englischer und deutscher Sprache gemischt vorgelegt.

## 1 Einleitung

Im Rahmen des Moduls „Permakultur & Terra Preta Projektwerkstatt“, setzte sich die Projektgruppe Prinzessinnengarten im Sommersemester 2014 mit dem Design und der Umsetzung eines Systems zur effektiven Wurmkompostierung auseinander.

Das Ausgangsprojekt war der sogenannte „Vermikashi-Kompost“, eine Kombination aus Bokashi-Kompost und Wurmkompost, der von der vorherigen Projektgruppe und einigen Akteur\*innen der Prinzessinnengarten im vergangenen Semester realisiert wurde. Eine der Wurmkompostierung vorhergehende Milchsäuregärung soll den Würmern bei der „Vermikashi-Technik“ die schnellere Aufnahme organischer Substanz ermöglichen. Es wird eine schnellere und verlustärmere Umsetzung angestrebt. Wissenschaftlich dokumentiert und bestätigt wurde die Funktionsweise bislang noch nicht.

Der mangelnde wissenschaftliche Unterbau des Themenkomplexes, eine abweichende Prioritäten6setzung und die mangelhafte Arbeit der vorangegangenen Projektgruppe führten im Verlauf unserer Projektarbeit zur Vernachlässigung des Vermikashi-Komposts. Im Gegenzug wurde der Gruppenfokus auf Wurmkompostierung gelegt. Bei richtiger Prozessführung und Anwendung kann Wurmkompost einen wesentlich größeren Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit leisten als Heißrottekompost<sup>1</sup>.

Gerade im Kontext der urbanen Landwirtschaft ist Wurmkompostierung sehr relevant. Zum einen ist im urbanen Raum der Zugang zu Wirtschaftsdünger und nicht kontaminiertem Boden begrenzt, zum anderen fällt eine große Menge organischer Substanz in Form von Lebensmittelabfällen an.

Bei dem Standort Prinzessinnengarten handelt es sich um einen mobilen, urbanen Garten am Moritzplatz in Berlin Kreuzberg. Der Garten ist auf einer ehemaligen Brachfläche zwischen Prinzen- und Oranienstraße angelegt. Gegründet wurde das Projekt von Robert Shaw und Marco Clausen im Jahr 2009. Jährlich wirken freiwillige Helfer\*innen und festangestellte Mitarbeiter\*innen im Prinzessinnengarten mit und machen das Projekt zu einem Raum urbaner Subsistenz, Eigenarbeit und Do it yourself (DIY).

Ausgangspunkt für die Zielsetzung ist eine angestrebte Kooperation des Prinzessinnengarten mit der Berliner Tafel zur Verwertung von Lebensmittelabfällen. Wöchentlich könnte eine Menge von 10 m<sup>3</sup> Biomasse angeliefert werden. Diese Menge übersteigt die räumlichen Kapazitäten des Prinzessinnengarten bei weitem. Die Zielstellung fußt deshalb auf dem Grundsatz, mit gegebenen Mitteln eine maximale Menge der anlieferbaren Biomasse durch Wurmkompostierung in Substrat umzuwandeln. Von Seiten der festangestellten Akteur\*innen wurde der Gruppe angetragen, dass ein kommerzieller Vertrieb des fertigen Wurmkomposts erwünscht ist, weshalb die Zuverlässigkeit und Effizienz des erarbeiteten Verfahrens von hoher Wichtigkeit ist. Als gegebene Ressourcen wurde im Prinzessinnengarten eine

Holzboxe mit 1,8 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen und der sogenannten „Wurmtower“, eine regalenähnliche Konstruktion in der zwölf Kunststoffboxen in sechs Zweierreihen übereinander Platz finden, vorgefunden. Die vorgelegte Arbeit ist als Annäherung an die kommerzielle Produktion von Wurmkompost zu verstehen. Es stand kein Budget zur Verfügung, weshalb die Gruppe sich gegen den Bau neuer Kompostierungsbehälter und für die Inbetriebnahme der vorhandenen Infrastruktur entschieden hat.

## 2 Grundlagen

Die Konzeption und Umsetzung eines Systems zur Wurmkompostierung fand unter projektspezifischen Grundlagen und Rahmenbedingungen statt. Im Folgenden wird, zum Verständnis dieser, das Projekt Prinzessinnengarten vorgestellt, die Projektwerkstatt Permakultur und Terra Preta, sowie deren besondere pädagogisch-didaktische Ziele und Grundannahmen erläutert, die Methoden Permakultur, Terra Preta, Kompostierung, Bokashi und Wurmkompost beschrieben und die Ausgangslage der Gruppenarbeit aufgezeigt.

### 2.1 Prinzessinnengarten

Der Prinzessinnengarten ist ein soziales und ökologisches urbanes Gartenprojekt in Berlin-Kreuzberg. Seit Sommer 2009 wird auf einer 6000 Quadratmeter großen Brachfläche am Moritzplatz in mobilen Boxen gegärtnert, an Gartentagen Wissen geteilt, in DIY-Werkstätten re- und upgecycelt und im offenen Bar-/Restaurantbereich genetzt. Betrieben wird der Prinzessinnengarten von der gemeinnützigen GmbH Nomadisch Grün. Diese entwickelt, ausgehend von Berlin und dem Prinzessinnengarten, deutschlandweit urbane Gärten als gemeinschaftliche Lernorte. Neben dem lokalen Anbau von ökologischen Lebensmitteln werden Möglichkeiten zur niederschweligen Bildung und Beteiligung geschaffen und so interkultureller Austausch gepflegt, biologische Vielfalt kultiviert und ein großes Lernfeld für Selbermachen und Eigeninitiative aufgebaut.

Die Fläche des Prinzessinnengarten ist eine öffentliche Liegenschaft und wird jeweils für ein Jahr zur Zwischennutzung vermietet. Der Garten ist daher mobil konzipiert; mit Überseecontainern für die Küche und Beeten in Stapelboxen und Reissäcken. Neben einem Kernteam von 20-30 Engagierten und Angestellten wird der Garten von bis zu 1000 Freiwilligen pro Saison getragen. Die angebauten Kräuter und Gemüse werden verkauft oder in der Gartengastronomie verarbeitet. Der Garten bietet unterschiedlichsten Projekten einen Raum, so gibt es zum Beispiel Bildungsprojekte, eine Fahrradwerkstatt, Workshops zur wesensgemäßen Bienenhaltung und Kooperationen mit Künstlern und Wissenschaftlern. In Forschungsprojekten mit Hochschulen und anderen Gärten werden intelligente Formen der

Nutzung städtischer Ressourcen entwickelt. Die Zusammenarbeit mit der TU-Projektwerkstatt Permakultur und Terra Preta besteht seit Sommer 2013. <sup>2</sup>

## **2.2 Projektwerkstatt Permakultur und Terra Preta**

Die Projektwerkstatt ist ein 1985 entwickeltes Konzept: Durch eine Neuausrichtung der Verhältnisse von Lehrenden und Lernenden trägt sie zur Hochschulreform bei, füllt Lücken im sozial und ökologisch nützlichen Wissenschaftsangebot der Fachbereiche und fördert das selbstbestimmte Lernen. Neben der Fähigkeit zu praktischer innovativer Arbeit, deren wissenschaftlicher Auswertung und Dokumentation ist auch eine selbstmotivierende Arbeitshaltung das pädagogisch-didaktische Ziel.

Die Projektwerkstatt Permakultur und Terra Preta wurde 2013 an der TU Berlin gestartet. Beteiligt waren neben Studenten der TU auch Studierende der UdK, HU Berlin, HNE Eberswalde, Alumni und hochschulexterne Unterstützer aus den unterschiedlichen Studiengängen und Bereichen. Ziel war es, Wissen und Infrastrukturen zur gesunden regionalen und saisonalen Nahrungsmittelerzeugung mit Hilfe von Techniken und Methoden von Permakultur und Terra Preta zu schaffen und damit Lösungsansätze für die aktuellen Probleme der Nahrungsmittelproduktion aufzuzeigen. Da die Themengebiete Permakultur und Terra Preta derzeit in Forschung und Lehre an den (Fach-)Hochschulen in Berlin und Brandenburg noch wenig Beachtung finden, schliesst die Projektwerkstatt diese Lücke. Durch die Kombination der beiden Methoden und die fachgebiets- und hochschulübergreifende Zusammenarbeit wird ein zusätzlicher Mehrwert geschaffen. Die Vermittlung- und Erkenntnisbildung erfolgt zum einen durch theoretische und praktische Beispiele, Vorträge und Aktionsspiele der Tutoren, Studenten und externer Partner, zum anderen durch eigene experimentelle Projekte in Arbeitsgruppen.

## **2.3 Permakultur und Terra Preta**

Der Begriff Permakultur wurde in den 1980er Jahren vom Australier Bill Mollison und seinem Studenten David Holmgren geprägt<sup>3</sup>. Sie griffen dabei auf alte, sozial-ökologische und produktive Landwirtschaftsmethoden zurück. Die systemtheoretische Betrachtungsweise und Gestaltungsprinzipien der permanenten Agrikultur wurden aber bald auch auf andere Bereiche angewendet. So können die Ansätze und Methoden beispielsweise auch zur Stadtplanung oder für den ökologischen Hausbau genutzt werden. Permakultur kombiniert traditionelle Praktiken, Beobachtung von (Öko-)Systemen, moderne Wissenschaft und Technik mit ethischen Grundsätzen sowie sozialen und ökologischen Standortansprüchen.

Die gegebenen Ressourcen und (Stoff-)Kreisläufe sollen optimal genutzt werden. So können sich selbst erhaltende Systeme mit hohem Mehrwert geschaffen werden, die ökologisch, sozial und ökonomisch funktionieren. Permakultur ist heute zu einer weltweiten Bewegung angewachsen und beschäftigt vorrangig Menschen, die sich mit Ökosystemen, regionaler Selbstversorgung, (ökologischer) Landwirtschaft, Gartengestaltung und ökologischem Hausbau auseinandersetzen.

Terra Preta (TP) is the portugese name for a type of soil found in locations where there historically used to be human settlements in the Amazon rainforest, literally meaning "black earth". TP-soil is most likely anthropogenic<sup>4</sup>, but whether the soil was created intentionally or as a side-effect of settlement composting and waste is still debated. Terra Preta has two features that make it remarkable in the context: 1) Unlike Terra Comum (common soil), the typical Amazonian soil, poor in nutrients and nutrient and water retention, TP has higher nutrient levels, such as N, P, Ca, Zn and Mn, better nutrient and water retention and high levels of microbiological activity<sup>5</sup>, making it very suitable for harvest-bearing plantations; 2) Terra Preta maintains the fertile condition even now, centuries after the human settlements that created it. The accumulation of biochar, or pyrolysed woody plant matter, is thought to be the main reason for the improved water and nutrient retention of the soil<sup>6</sup>, but a still unconfirmed mechanism has developed that maintains and accumulates new sediments of Terra Preta. Although it has been suggested that biochar might function as an improved habitat for microorganisms that would improve the soil, no evidence of this mechanism has been found<sup>7</sup>.

Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen besteht die Terra Preta aus organischen Abfällen, Mikroorganismen und Bio-kohle. Durch Kompostierung wird die Biokohle aktiviert oder aufgeladen und bildet statt Dauerhumus, welcher nur sehr langsam für Pflanzen verfügbar wäre, eine gute Nährstoffquelle. Neben der Bindung von Kohlenstoff im Boden sind eine erhöhte Nährstoff- und Wasserspeicherfähigkeit weitere Vorteile von Terra Preta<sup>8</sup>. Damit könnte neu erzeugte Terra Preta ein Lösungsansatz sowohl für die Speicherung von CO<sub>2</sub><sup>6</sup> und den Klimawandel, als auch für die Verbesserung der Böden in der Landwirtschaft sein<sup>10</sup>.

## 2.4 Kompostierung

In einem Kompost laufen typische Zersetzungsprozesse von organischem Material unter aeroben Bedingungen (Dekomposition) in beschleunigter Form ab. Dabei werden einerseits im organischen Material gebundene Nährstoffe durch Mineralisierung teilweise wieder freigesetzt, andererseits entsteht durch Humifizierung wertvoller Humus<sup>11</sup>.

Die abgestorbene Biomasse, also stark kohlenstoffhaltiges Material, wird dabei von heterotrophen Mikroorganismen (Bakterien, Actinobakterien, Pilze, Algen = Mikroflora) physisch und chemisch verändert und aufgespalten.

Zunächst werden in Abbau- und Umbauphasen die hochpolymeren Verbindungen unter Einfluss von Enzymen in Einzelbausteine zerlegt, wie zum Beispiel Lignin über Cellulose zu Stärke in Zucker, Proteine in Peptide und Aminosäuren, Chlorophyll in Phäophytin. Auch Pflanzennährstoffe, wie Nitrate, Ammoniumsalze, Phosphate, Kalium-, Magnesium- und Calciumverbindungen, werden hierbei freigesetzt<sup>12</sup><sup>11</sup>. Für diese Prozesse benötigen die Mikroorganismen Wasser und vor allem sehr viel Sauerstoff, wobei sie extrem viel Energie in Form von Wärme freisetzen, weshalb in der sogenannten Heißrotte, wie die Abbau- und Umbauphase auch genannt wird, im Inneren des Komposts Temperaturen von bis zu 70 °C herrschen können<sup>11</sup><sup>13</sup>.

In der sich anschließenden Aufbauphase siedeln sich nun auch Organismen der Mikro-, Meso-, Makro- und Megafauna im Kompost an, wie zum Beispiel Geißeltiere, Fadenwürmer, Milben, Springschwänze, Enchyträen, Asseln, Vielfüßer, Insektenlarven und Regenwürmer. Sie alle bewirken, dass die angefallenen Spaltprodukte, wie beispielsweise Peptide, Aminosäuren und phenolische Bausteine, nun zu den Huminstoffen (Fulvosäuren, Huminsäuren und Humine) zusammengefügt und aufgebaut werden und somit den wertvollen Humus bilden (Abb. 1).

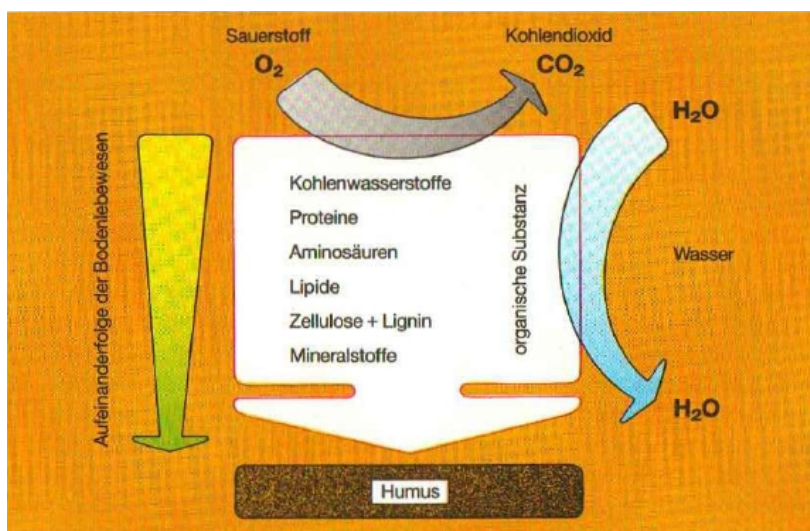


Abb. 1: Sauerstoff, Wasser und Mikroorganismen bauen organische Substanzen zu Humus um<sup>13</sup>.

Huminstoffe sind amorphe, organische Kolloide mit einer großen spezifischen Oberfläche, weshalb sie die Fähigkeit besitzen, Wassermoleküle und Nährstoffionen reversibel anzulagern. Dadurch ergibt sich ein gutes Wasserhalte- und Adsorptionsvermögen,



insbesondere in Bezug auf die Wasserbindung, Gefügebindung und Nährsalzadsorption des Bodens. Durch ihre dunkle Farbe haben sie auch einen positiven Einfluss auf den Wärmehaushalt des Bodens. Unter Anwesenheit von Tonmineralen kommt es zur Bildung von sogenannten Ton-Humus-Komplexen, sehr stabilen Verbindungen zwischen Huminstoffen und anorganischen Tonmineralen, die dem Humus eine hohe Gefügestabilität verleihen <sup>11</sup>.

Verabreicht man den bei der Kompostierung entstandenen Humus dem Boden, hat dies einen extrem positiven Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit, was sich viele Landwirte und Gärtner gerne zu Nutze machen<sup>14</sup>.

## 2.5 Regenwürmer und Wurmkompost

Unter Wurmkompostierung versteht man die gezielte Kompostierung mit Kompostwürmern. Hierbei handelt es sich um spezielle Regenwurmarten, die sich aufgrund der Anforderungen an ihren Lebensraum besonders gut für die Kompostierung eignen. In Wissenschaft und Praxis hat sich vor allem *Eisenia foetida* als besonders umsetzungs- und vermehrungsfreudig erwiesen <sup>15 13</sup>. Seine systematische Einordnung ist in Tabelle 1 ersichtlich. In Abbildung 2 sind die beiden Unterarten *Eisenia foetida foetida* und *Eisenia foetida andraei* kurz dargestellt und beschrieben.

Systematische Kategorie	Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftliche Bezeichnung
Stammgruppe	Articulata	Gliedertiere
Stamm	Ringel-/ Gliederwürmer	Annelida
Klasse	Gürtelwürmer	Clitellata
Ordnung	Wenigborster	Oligochaeta
Familie	Regenwürmer	Lumbricidae
Gattung	Kompostwürmer	<i>Eisenia</i>
Art	Mistwurm	<i>Eisenia foetida</i>
Unterart	Mistwurm	<i>Eisenia foetida foetida</i> , <i>Eisenia foetida andraei</i>

Tab. 2: Stellung von *Eisenia foetida* im zoologischen Klassifikationssystem <sup>16 17 18</sup>.



Abb. 2: Ansicht und Beschreibung der Unterarten *Eisenia foetida foetida* und *Eisenia foetida andraei* <sup>19</sup>.

Ganz allgemein handelt es sich bei **Regenwürmern** um im Erdboden lebende Würmer, die einen runden, lang gestreckten Körper mit einer sichtbaren Körpersegmentierung besitzen. Nach außen hin ist der gesamte Körper des Wurms und damit auch jedes seiner Segmente durch einen Hautmuskelschlauch abgegrenzt. Die Anzahl der Segmente nimmt mit dem Alter zu, sodass sie im ausgewachsenen Zustand über bis zu 160 Segmente verfügen, die jeweils mit kleinen Borsten versehen sind. Die Borsten aus Chitin und Proteinen dienen während der Fortbewegung zur Verankerung an der Oberfläche der Röhren, in denen sie im Boden oder in der Streu leben. Abwechselnde Kontraktionen der Ring- und Längsmuskulatur ermöglichen den Regenwürmern, sich vorwärts und rückwärts zu bewegen. Als Bohrgräber nutzen die Regenwürmer die peristaltische Bewegung des Hautmuskelschlauchs, um ihren Lebensraum zu erweitern. Die Körperflüssigkeit wirkt dabei als Antagonist zur Muskulatur und erfüllt die Funktion eines Skeletts (Hydroskelett) <sup>12 20</sup>. Regenwürmer ernähren sich von pflanzlichen und anderen organischen Zersetzungsprodukten, wobei sie durch ihre grabende und verdauende Tätigkeit im Oberboden zusammen mit den Bodenteilchen die fruchtbaren Ton-Humus-Komplexe, aber auch mikrobielle Schleimstoffe bilden. Die Würmer kleiden damit ihre Gänge aus und legen eine große Menge an Kotkrümel auf dem Oberboden ab, die wiederum sehr günstige Lebensbedingungen für viele humusbildende Bakterien, Actinobakterien und Pflanzenwurzeln bieten. Zudem befindet sich in diesen Auswurfstoffen eine stark konzentrierte Anreicherung von Mineralien. Die sonst pflanzenunzugänglichen Mineralstoffe werden aufgelöst und in einen gequollenen Schleimzustand versetzt. So enthält der Wurm Kot ein Mehrfaches an Nährstoffen im Vergleich zum sonstigen Oberboden <sup>14</sup>. Für einen **Wurmkompost** sind nur solche Regenwürmer geeignet, die – wie *Eisenia foetida* – zum epigäischen Lebensformtyp gehören. Im Gegensatz zu den anözischen (auch: anektisch) und endogäischen Lebensformtypen, die tatsächlich Gangsysteme im Boden anlegen, leben sie vorrangig in der Humusaufgabe und in Anhäufungen organischer Substanzen (Kompost, zersetzendes Holz) <sup>12 13</sup>.

Die Vorteile eines Wurmkomposts gegenüber einem üblichen Kompost liegen in der schnelleren Umsetzung des organischen Materials und den höher konzentrierten Gehalten an Nährstoffen und Mikroorganismen im Wurmhumus. Zudem wird dadurch weniger Platz für die Umsetzung beansprucht. Dadurch ist es möglich neben üblichen Kompostmieten auch in Kisten und anderen Kleinbehältern zu kompostieren <sup>13</sup>.

Für ein erfolgreiches Kompostieren mit Kompostwürmern gilt es, einiges zu beachten, wobei im Folgenden nur die wichtigsten Punkte besprochen werden.

Beim frisch aufgesetzten Kompost muss – je nach Größe des Komposts – mit der Besiedelung der Würmer eventuell eine gewisse Zeit abgewartet werden, bis die „heiße Phase“, also die Abbau- und Umbauphase vorüber ist. Oberhalb von 40 °C können Kompostwürmer nicht überleben (im Zweifelsfall mit dem Thermometer kontrollieren). Ansonsten sind Kompostwürmer sogar wärmeliebend. Zur optimalen Entwicklung benötigen sie eine Temperatur zwischen 15-25 °C. Temperaturen unter 7 °C bis hin zu Frost führen, wenn sich die Würmer nicht in den Boden zurückziehen können, wo sie in einem Ruhestadium (Quieszenz) überdauern, unweigerlich zum Erfrierungstod. In größeren, aktiven Komposten dürfte dies kein Problem darstellen, kleinere Behälter und Kisten sollten jedoch in einer wärmeren Behausung untergebracht werden <sup>13</sup>.

Regenwürmer atmen durch ihre Haut, die über Schleimzellen feucht gehalten werden muss. Sie können durchaus längere Zeit in sauerstoffreichem Wasser überleben. Eine größere Gefahr als Sauerstoffmangel ist demnach eine Austrocknung ihrer Haut <sup>12 13</sup>. Der Wurmkompost sollte deshalb durchgehend einen ungefähren Wassergehalt von 50-70% haben. Sowohl Mikroorganismen als auch Regenwürmer finden dann die besten Lebensbedingungen vor. Bei höheren Werten herrschen anaerobe Verhältnisse und es kommt zu Fäulnisprozessen, die unbedingt vermieden werden müssen <sup>14 13</sup>. Es entstehen hierbei unerwünschte Stoffe wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak und giftige Verbindungen wie zum Beispiel Indol, Skatol und sogar Leichengifte wie Putrescin und Cadaverin. Sie locken Schadinsekten an und fördern verschiedene Krankheitserreger. Zudem überführt Fäulnis viele der vorhandenen Nährstoffe in eine leicht lösliche Form. Insgesamt wirkt das so erreichte Endprodukt also sehr schädigend auf die Bodenfruchtbarkeit <sup>21</sup>.

Um sich vor Austrocknung und Fraßfeinden zu schützen, meiden Regenwürmer vor allem tagsüber die freie Boden- beziehungsweise Kompostoberfläche, weshalb sie sehr lichtscheu sind. Um dies zu gewährleisten, verfügen sie über Lichtsinneszellen in Kopflappen und den letzten Segmenten. Lediglich für rotes Licht sind sie nicht empfindlich. Den Kompost sollte man aus diesem Grund gut abdecken. Kompostverkleidungen oder Behälter und Kisten sollten zwar über Luftlöcher und –ritzen verfügen, diese können aber wesentlich kleiner ausfallen als bei üblichen Komposten. Eine gute Wasserführung zur Vermeidung von Fäulnisprozessen ist hierbei wiederum wichtig <sup>13</sup>.

Kompostwürmer fressen pro Tag mehr als die Hälfte ihres Körpergewichts von etwa 0,4 g in ausgewachsenem Zustand. Bevorzugte Fütterungsgaben sind Mist, Rückstände von Zwiebeln, Lauch oder Knoblauch, faules Obst, zuckerhaltige Reste, frisch gemähtes Gras oder sämtliche Küchenabfälle, wie Reste vom Gemüseputzen, Teerückstände und – besonders beliebt – Kaffeesatz und Baldrianblüten. Da Kompostwürmer das letzte Glied in der Nahrungskette der Rotte sind, ist es günstig, möglichst vorgerottetes beziehungsweise zuvor zerkleinertes Material zu verabreichen. Bei der Fütterung ist auch auf das richtige C:N-Verhältnis (Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff) zu achten. Kompostwürmer benötigen ein sehr enges C:N-Verhältnis von 15-20:1 (also relativ viel Stickstoff). Enthalten die Materialien zuviel Kohlenstoff, wird der Stickstoff überwiegend von den Kompostwürmern und übrigen Organismen selbst für die eigene Proteinsynthese verbraucht und ist im fertigen Wurmhumus beziehungsweise Kompost unterrepräsentiert. Zudem laufen die Zersetzungsprozesse dadurch insgesamt langsamer ab. C:N-Verhältnisse verschiedener Kompostmaterialien können aus Tabellen einschlägiger Fachliteratur entnommen werden <sup>12 13</sup>. Auch eine Vernässung des Kompostes kann über die Zugabe von saugfähigem Material gesteuert werden. So kann auch ein Verlust des extrem nährstoffreichen Sickerwassers (auch: Wurmsaft) gewährleistet werden. Bei der Wurmkompostierung in Behältern und Holzkisten bietet es sich auch an, diesen hochkonzentrierten Flüssigdünger in Untersetzern oder ähnlichen Vorrichtungen zu sammeln <sup>13</sup>.

Sind die Lebensbedingungen optimal, steht einer regen **Vermehrung und Wurmzucht** nichts im Weg. Regenwürmer sind zwittrige Tiere, die sich durch Samenaustausch zweier Partner fortpflanzen. Unter passenden Umständen legt ein Kompostwurm zwei Kokons pro Woche ab. Aus den ca. 2-20 befruchteten Eiern im Kokon entwickeln sich Larven und nach drei bis vier Wochen schlüpfen die Jungwürmer. Im Durchschnitt überleben von diesen jeweils vier. Mit 12-14 Wochen setzt die Geschlechtsreife ein – sichtbar durch das Erscheinen eines Gürtels, des sogenannten Clitellums, am Ende des ersten Körperdrittels – und es können wiederum neue Generationen gegründet werden. So kann ein Wurm im Laufe eines Jahres für 200-400 direkte Nachkommen sorgen. Rechnet man die Nachkommen dieses Wurmes und deren Nachkommen hinzu, so kann ein Wurm rund 1000 Nachkommen pro Jahr haben. Ein Individuum wird im Durchschnitt ein bis zwei Jahre alt, unter sehr günstigen Bedingungen sogar bis zu drei Jahren <sup>12 13</sup>.

Die **Ernte** des fertigen Wurmhumus gelingt am besten, wenn der Kompost oder die Kompostkiste noch vor Beginn des Aufsetzens in zwei Kammern unterteilt (bewegliche Trennwand oder Kaninchendraht) wird und zunächst nur eine Kammer mit organischem Material und Würmern befüllt. Ist hier der Wurmhumus fertig, wird fortan nur noch die zweite Kammer mit organischem Material aufgefüllt und die Würmer wandern zu ihrer Nahrung dorthin ab. Der fertige Wurmhumus kann nun, ohne dass die Würmer gestört werden,

entnommen werden. Hierzu bietet es sich auch an, an der Vorderseite des Kompostes oder der Kiste eine Entnahmevorrichtung einzuplanen <sup>13</sup>.

20 22 23 24

## 2.6 Bokashi

Bokashi is a Japanese word meaning "shading off" or "gradation" ("die Abstufung"), but in this context it is used to describe a particular method of composting, developed and popularized in Japan. Bokashi compost is created by anaerobically fermenting food, gardening or agricultural wastes with "Effective Microorganisms" (EM) - developed during the 1970's at the University of Ryukyus, Okinawa, Japan<sup>25</sup> - a mixture of "positive" or regenerative, "negative" or decomposing and "opportunistic" microorganisms.

## 2.7 Ausgangslage zum Sommersemester 2014

Im Prinzessinnengarten gibt es eine Gruppe engagierter Freiwilliger, die sich mit Kompostierung befasst. Seit 2-3 Jahren wird mit Terra Preta experimentiert, von dieser wurden von der ersten Projektwerkstatt Gruppe im Sommersemester 2013 Proben genommen. Der meiste anfallende organische Abfall im Prinzessinnengarten wird zu Kompost verarbeitet und intern wieder genutzt. Gekochtes und kompostuntaugliches wurde zu Bokashi verarbeitet. Bokashi wurde bis zum Sommer 2014 in verschiedenen großen Eimern hergestellt. Mit der Projektwerkstatt Gruppe aus dem Wintersemester 2013/2014 wurde eine kombinierte Bokashi-Wurmbox mit 4 verschiedenen Kammern (Vermikashi) konzipiert und gebaut. Diese war zu Anfang des Semesters noch unbefüllt. Übergeben wurde der Projektwerkstatt Gruppe zum Sommersemester 2014 ein Konzeptplakat mit möglichen zukünftigen Arbeitsschritten. Vorgeschlagen wurde, den vermikashi-Prozess wissenschaftlich zu begleiten und auf pH-Wert, Annahme des Bokashi durch die Kompostwürmer und die zeitliche Abfolge der einzelnen Kammern und Vorgänge zu analysieren. (siehe Anhang 1)

## 3 Methodische Vorgehensweise

Die Vorgehensweise und Instrumente, welche genutzt wurden, um zu den vorliegenden Ergebnissen und Zielen zu gelangen werden im Teil der Methodik beschrieben. Der Gruppenprozess wird geschildert, sowie die angewendeten Recherchemethoden.

### 3.1 Group process

For the first few weeks of the semester the group agreed to meet after the general seminar of the Projektwerkstatt. Other meetings were arranged during the "planning" phase in Prinzessinnengarten (PG), once in Kiezgarten Fischerstrasse and once at a group member's house. Additionally, email and Etherpad collaboration platform hosted by the German Pirate Party were used for communication. The Wiki-platform common to all groups in the PW was used less as a communication platform, though it has the capacity for hosting discussions.

Although the group never specifically decided on a flat hierarchy, all the meetings and discussions were conducted without specified roles of moderator, chairperson, manager or team leader. The inarticulated tendency not to have a project lead was also reflected in choosing the Ethernet collaboration platform, where all the users have equal privileges on editing.

After the meeting at a group member's house the team split into smaller working groups, with a specific focus. This particular meeting also marked a change in the meeting regularity, with the meetups later in the semester being more action-focused and organised in smaller groups.

### 3.2 Research

Research was made on the topics of Bokashi, Vermiculture, Vermicomposting and Terra Preta. Scientific literature on Bokashi as such is not available. There are a few articles on effective microorganisms (EM), the defining component of Bokashi-composting. However, the neutrality of these articles is questionable, as they seem to have a more promotional tone<sup>26</sup><sup>27</sup>. Although EM has been offered as a tool for a variety of bioremediative functions, it does not seem to live up to the promises<sup>25</sup>. One paper relating to composting with EM stands out with its neutral tone and was therefore given more weight within the group. This paper from Formowitz et al. describes a case in Costa Rica where effective microorganisms are utilised in composting banana (*Musa spp.*) residues. The conclusion however is, that effective microorganisms do not reduce the time needed for composting<sup>28</sup>.

Reading of scientific literature on Terra Preta (TP) was focused on the so-called biochar, plant material that has gone through pyrolysis, found always as a defining component in Terra Preta soils. There is a good selection of papers on the subject of Terra Preta available, but in the end the group did not immerse itself in studying these articles.

Zu Regenwürmern und Wurmkompost wurden mehrere Standardwerke zu Hilfe gezogen.

## 4 Ergebnisse

Zu Beginn der Gruppenarbeit stand eine Reihe von Treffen im Prinzessinnengarten. In gruppeninternen Gesprächen und Gesprächen mit den Akteur\*innen des Prinzessinnengartens wurde versucht alle Beteiligten auf den gleichen Wissens- und Informationsstand zu bringen. Zusätzlich wurden Recherchethemen festgelegt, die sich nach der Interessenlage und den Fähigkeiten der einzelnen Gruppenmitglieder gliederten. Die Rechercheergebnisse wurden auf einem „Piratenpad“ festgehalten und dokumentiert. Mittels einer vorstrukturierten Mindmap, die der „Art of Hosting“-Methode zur Gestaltung partizipatorischer Prozesse entstammt, konnte eine klare Umreiung der Gruppenziele realisiert werden (siehe Anhang 2). Wesentliche Punkte, die die Mindmap verdeutlichte, waren: Alle Gruppenmitglieder stimmten darin überein, dass der vorangegangene Vermikashi-Ansatz zu vernachlässigen sei. Der von der Gruppe erarbeitete Ansatz sollte nachfolgenden Gruppen einen guten Anknüpfungspunkt bieten, um aufbauende Projekte zur Wurmkompostierung im Prinzessinnengarten zu entwickeln. Die Gruppe teilte sich für die nächsten Arbeitsschritte in Untergruppen auf. So entwickelte sich eine Baugruppe, eine Ressourcengruppe und eine Terra Preta Gruppe. Die Ergebnisse der Gruppen werden nun näher beschrieben.

### 4.1 Baugruppe: Wurmboxe und -tower

Die Baugruppe befasste sich mit dem Umbau einer vorhandenen, 1,8 m<sup>3</sup> fassenden Holzboxe in einen Wurmkompost. In einem Treffen mit einer festangestellten Mitarbeiterin des Prinzessinnengartens wurde ein Bauplan erarbeitet. Letztendlich entschied sich die Gruppe für die Umsetzung eines dreigeteilten Komposts. Die drei Kammern sind durch mit Kanninchendraht bespannte Rahmen voneinander getrennt, welches den Würmern die Fortbewegung zwischen den Dritteln ermöglicht. Jeder Rahmen wird beidseitig mit Draht bespannt, wodurch eine Durchlüftung der tieferen Schichten des Komposts möglich ist und anaerobe Prozesse vermieden werden sollen. Das Dreikammersystem beruht auf der Tatsache, dass Regen- und Kompostwürmer sich immer in der Nähe von frischer Biomasse aufhalten. Ist eines der Drittel komplett befüllt wird mit der Befüllung des nächsten Drittels begonnen. Die Regenwürmer wandern kontinuierlich in das nächste Drittel und ermöglichen die Ernte des Reinsubstrates. Die Regenwurmpopulation wird somit durch die Ernte nicht dezimiert. Nach der Fertigstellung der Rahmen wurde jedes Drittel der Boxe am unteren Rand mit einer recycelten Waschmaschinentr versehen, um eine einfache Ernte des fertigen Substrates zu ermöglichen. Die Türen werden mit einer roten Folie abgedeckt, um die Regenwurmpopulation nicht durch Lichteinwirkung zu stören. Wegen mangelnder finanzieller Mittel und zeitlicher Kapazitäten hat sich die Gruppe gegen die Anbringung eines Drainagesystems zur Auffangung der Wurmlosung entschieden. Damit das System nicht zu



feucht und somit anaerob wird, wurde außerdem von einer Behandlung des Holzes mit wasserabweisenden Substanzen abgesehen. Zwischenräume zwischen den einzelnen Brettern sollen zu einer zusätzlichen Entwässerung des Komposts beitragen.

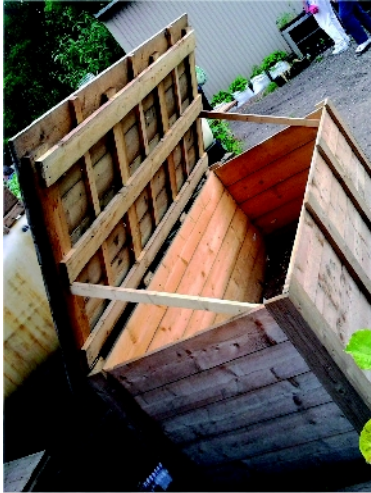


Abb. 3: Bildtafel Kistenbau



Zusätzlich befasste sich die Baugruppe mit der Instandsetzung des im Prinzessinnengarten vorhandenen Wurmtowers. Die Ressourcen-Gruppe begann damit ausgewählte Kisten des Wurmtowers, in denen sich noch Regenwurmeier befanden, wieder anzufeuchten und mit kleinen Mengen frischer Biomasse zu befüllen.



Abb. 4: Wurmtower

## 4.2 Ressourcen

Die Ressourcengruppe befasste sich mit dem Monitoring von alternativen Wegen der Biomassebeschaffung. Zwar ist der Kontakt zur Berliner Tafel gegeben, dennoch soll das System auch bei einem etwaigen Wegfall dieser Biomassequelle funktionsfähig bleiben. Im nahen Umfeld des Prinzessinnengarten wurden Lebensmittelhändler auf organische Abfälle angesprochen. Im Besonderen wurde darauf geachtet Bioläden zu kontaktieren. So konnten erste Kontakte hergestellt werden (siehe Anhang 3).

## 4.3 Terra Preta

Die Terra Preta Gruppe stellte Recherchen zur Terra Preta Herstellung auf der Fläche des Prinzessinnengarten an. Zusätzlich besichtigte die Kleingruppe alternative Projekte, deren Böden durch die Herstellung von Terra Preta aufgebessert werden könnten. Das Vorhaben, der Produktion von Terra Preta im Prinzessinnengarten scheiterte leider, da aufgrund der Kontaminierung des Ober- und Unterbodens auf der Fläche keine Löcher ausgehoben werden sollen. Im weiteren Verlauf leisteten die Gruppenmitglieder einen wesentlichen Beitrag zur Fertigstellung der Wurmboxe und zur Konzipierung des Wurmtowers.

## 4.4 Abschlusspräsentation

Die Vorstellung der Ergebnisse hatte den Anspruch zu unterhalten und zu bilden, weshalb wir uns gegen eine Powerpoint Präsentation und für die Ausarbeitung einer illustrativ-performativen Präsentation entschieden. Zunächst erstellte die Gruppe ein ausführliches Storyboard. Im Anschluss daran wurde gemeinsam die Ikonografie für die Präsentation ausgearbeitet. Diese wurden dann parallel zum Vortrag an die Tafel gezeichnet. So entstand nach und nach ein Bild des komplexen Gruppenprozesses und der Ergebnisse. Die Zuhörer wurden zur Partizipation aufgerufen, indem sie durch Fragen und Anmerkungen den Entstehungsprozess des Tafelbildes beeinflussen konnten (siehe Anhang 4).

## 5 Auswertung der Ergebnisse

Die erzielten Ergebnisse zu überprüfen und Schwachstellen der Methoden oder erarbeiteten Konzepte zu benennen, ist die Aufgabe des folgenden Kapitels. Der Gruppenprozess und die getroffenen Entscheidungen werden analysiert, die vorgenommenen Erweiterungen an der Wurmbox und die Schwachstellen des Wurmtowers werden thematisiert.

### 5.1 Analysis of the group process

Defining the project turned out to be a very difficult challenge for the group. Two big decisions were made in the general direction of the project. The first decision was about choosing the focus of the group overall and its sub-groups. Initially the topics 'Bokashi' and 'Terra Preta' were discussed, and a small batch of Bokashi compost was even supplied by another group involved with the Prinzessinnengarten (PG). However, 'Bokashi' was dropped due to lacking scientific research on the matter and its apparent similarity to normal composting. By the time the decision to leave 'Bokashi' out as a theme was made, the opportunity to get into Vermicomposting and Vermiculture had come up and the main group decided to focus on these. A smaller fraction wanted to go forward with a test-site for Terra Preta, but after it became clear that there was no possibility to use Prinzessinnengarten for this purpose, the plans were soon dropped for lack of a suitable space. The second big decision was about the location for the project. For a while there was discussion about doing the practical efforts in another community garden in Berlin Lichtenberg. Finally the group decided to stay with Prinzessinnengarten.

Many ideas were played with along the way that did not survive until the end, such as analysing soil quality in a laboratory<sup>29</sup>; collaboration with local restaurants and working spaces with food waste composting; visiting a large-scale city composting plant; developing a pilot Bokashi-composting system that would be scaleable to several tons at a time; a

modular, small-scale Bokashi-composting system; setting up a Terra Preta site together with an untreated control site and several other major and minor ideas.

Good, functional communication within the group was not properly achieved. Since the group worked with a horizontal structure, a major factor in the failure to communicate and delegate tasks was the individual members' incapability to stay in touch. As an example of the common pattern, since not everyone came to the same early seminars and/or followed the online communication, the team ended up in a situation where the main site (PG) was visited "for the first time" several times, leading to some frustration from PG side.

## 5.2 Analyse der Wurmboxe und des Wurmtower

Die Wurmboxe ist mit ihrem fast 2 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen ein guter Anfang zu einer Wurmkompostherstellung, welche über den Bedarf des Prinzessinnengartens hinausgehen soll. Das eingebaute Dreikammersystem entspricht der Empfehlung für den Aufbau eines optimalen Wurmkomposts (siehe 2.5 Regenwürmer und Wurmkompost). Da die Anbringung eines Drainagesystems zur Auffangung der Wurmflüssigkeit nicht weiter verfolgt wurde, kann so auch die, bei der Umwandlung von Bioabfällen in Wurmkompost entstehende, sehr nährstoffreiche Flüssigkeit nicht weiter genutzt werden. Darüber hinaus ist die Frage der Isolation und Überwinterung nicht geklärt. Ist die Boxe im Sommer Hitze oder Frost im Winter ausgesetzt, werden sich die Regenwürmer in Kokons zurückziehen und die Produktion einstellen.

Auch um den Tower optimal zu nutzen, sind eine Reihe von Anpassungen durchzuführen: Zum einen wurde festgestellt, dass es sich bei den verwendeten Boxen nicht um lebensmittelechte Boxen handelt. Substrat, das in Kontakt mit dem Kunststoff der Boxen kommt, könnte gegebenenfalls durch frei werdende Schadstoffe kontaminiert werden. Diese sollten deshalb durch lebensmittelechte Boxen, wie zum Beispiel Bäcker- oder NAPF-Boxen ausgetauscht werden. Auch in diesem System wird die anfallende Flüssigkeit nicht aufgefangen und genutzt. Hinzu kommt, dass der Tower durch seine Form und die offenen Boxen sehr anfällig für Klimaeinflüsse ist. Extreme Temperaturen schädigen die Regenwurmpopulationen in den Boxen und verhindern eine ganzjährige Anzucht.

## 6 Fazit

Zum Ende des Semesters und damit der Gruppenarbeit kann eine gemischt-positive Bilanz gezogen werden. Innerhalb der Arbeit entwickelte sich eine nachhaltige Kommunikations-, Dokumentations- und Arbeitsteilungsstruktur. Diese ermöglichte es der Gruppe die unbefriedigende und unklare Ausgangssituation in ein vorzeigbares Endergebnis umzuwandeln.

Ein bisher vage formulierter Ideenansatz konnte in ein klar definiertes Gruppenarbeitsthema umgewandelt werden. Dem Wunsch des Prinzessinengartens, den Aufbau eines Systems zur effektiven Wurmkompostierung voranzutreiben, wurde entsprochen. Zunächst wurden theoretische Grundlagen erarbeitet, die zur Formulierung eines Konzepts und durch die Aufteilung in einzelne Gruppenaufgaben zu ersten praktischen Umsetzungen zur Generierung eines Wurmkomposts führten. Die noch ausstehenden und im Prozess neu entwickelten Aufgaben bieten zahlreiche Anknüpfungspunkte für aufbauende Arbeiten durch nachfolgende Semestergruppen.

## 6.1 Ausblick

Während der Gruppenarbeit und im Verlauf des Arbeitsprozesses sind neue Aufgabenfelder und Verbesserungsvorschläge zur Wurmkompostierung aufgetaucht. Diese möchten wir im Ausblick kurz skizzieren und damit zunächst einen möglichen weiteren Verlauf der Projektwerkstatt aufzeigen. Darüber hinaus wollen wir für den Prinzessinnengarten Handlungsfelder beschreiben, die zu einem erfolgreichen Aufbau der Wurmkompostierung notwendig sind.

Die größte Dringlichkeit sieht die Gruppe im Bereich Prozessmanagement. Sowohl für die Würmer, als auch für die beteiligten Partner sollte eine verbindliche, regelmäßige Abholung der organischen Abfälle aufgebaut werden, die eine stete Befüllung der Wurmboxe und des Wurm Towers gewährleisten. Ein Wurmkompost benötigt ständige Betreuung, nicht zuletzt, weil es sich mit den Kompostwürmern um Lebewesen handelt, die nicht vernachlässigt werden dürfen. Dies fordert einen ganzjährigen verantwortlichen Einsatz.

Ob die organische Substanz von der Tafel bezogen wird oder bei Bioläden und Gemüseläden in Kreuzberg abgeholt wird, hängt stark von dem verfolgten Gesamtkonzept und möglichen Aufwandseinsatz ab. Inwieweit der angestrebte kommerzielle Vertrieb des fertigen Wurmkomposts realisierbar ist, hängt maßgeblich von der Menge, aber vor allem von der Qualität des erzeugten Wurmhumus ab. Um hier gute Ergebnisse zu erzielen, ist eine gewissenhafte Kompostführung unabdingbar. Auf dieser Basis ist es wichtig, den Wurmkompost unter Einbeziehung aller Akteure, also sowohl der Prinzessinnengärtner\*innen als auch der Projektwerkstätten\*innen, in einen laufenden Prozess zu überführen. Für eine Qualitätsprüfung des Wurmhumus gibt es neben Laboruntersuchungen, kostengünstigere und einfach selbst durchzuführende Tests im landwirtschaftlichen Fachhandel und Gartenfachhandel.

Da im Prinzessinnengarten auch Umweltbildungsprojekte und viele Workshops zu Themen rund ums Urban Gardening/ Farming stattfinden, bietet es sich an, eine Infotafel zu Wurmkompost und Kompostwürmern für die Wurmbox und den Wurmstapel zu entwerfen. Eventuell besteht hier zudem die Möglichkeit, die Wurmbox und den Wurmstapel in zukünftige Workshops zum Thema einzubeziehen.

Für die Pflege und Überwinterung sollte ein Konzept erstellt werden. Dabei sollte sowohl die Wurmbox als auch der Wurmstapel isoliert werden. Die Gruppe hatte für den Wurmstapel die Idee, die jeweiligen Innenräume der Boxen durch dämmendes Material zu isolieren und erstellte ein grobes Konzept für einen Überbau, der den Stapel vor extremen Klimaeinflüssen schützen soll. Als Dämmung würde sich Schafwolle anbieten. Außerdem könnte der Wurmstapel im Winter in einem Container untergebracht werden.

Auch der Umbau nach einem Konzept von Sepp Brunner könnte zu einigen Verbesserungen des Wurmstapels führen. Die Grundstruktur bliebe erhalten, würde aber in vier Segmente mit je 3 aufeinander gestapelten Boxen eingeteilt, die jeweils eine abgeschlossene Wurmbox bilden. Die untere Box hat dabei einen geschlossenen Boden, um die Flüssigkeit aufzufangen und einen Ablasshahn. Darauf wird direkt eine Backbox gestapelt mit Würmern und organischen Abfällen. Die dritte, oberste Box erweitert die Wurmbox. Wenn die zweite Box voll ist, wandern die Würmer weiter und das Substrat in der Box kann entnommen werden. Zum Schutz vor Licht und Klima dienen Holzbretter, welche von innen an die Boxenwände gestellt werden. Neben der Flüssigkeit ist bei diesem System auch die Entnahme des Substrats ohne Würmer möglich.<sup>3</sup>

Um eine weitere gute Kooperation der Projektwerkstatt Permakultur und Terra Preta mit dem Prinzessinnengarten zu gewährleisten, ist es wichtig die vorhandene Kommunikationsstruktur auszubauen und besser zu definieren. In diesem Bereich kam es bisher in jedem Semester zu Unstimmigkeiten. Von Seiten der Projektwerkstatt aus sollte hier auf eine bessere Übergabe geachtet werden und Ansprechpartner im Wiki klar benannt werden.

## 7 Schluss

Die finale Zielstellung der Projektwerkstatt Gruppe im Sommersemester 2014 war es, mit gegebenen Mitteln eine Methode zur optimalen Produktion von Wurmkompost im Prinzessinnengarten zu planen und umzusetzen. Aufgrund unserer Ausgangssituation war es uns ein wesentliches Anliegen sämtlichen nachfolgenden Gruppen einen problemlosen Einstieg in Anknüpfungsarbeiten zu ermöglichen. Beide Ziele wurden innerhalb der Zeit zufriedenstellend erfüllt. Sämtliche Gruppenmitglieder haben umfassendes themenbezogenes Fachwissen erlangt, Gruppenprozesse kritisch und konstruktiv diskutiert und ein Ergebnis geschaffen, das einen realen Mehrwert für sämtliche Beteiligte darstellt. Theoretische Grundlagen wurden gelegt und ein Konzept formuliert, welches zu ersten praktischen Umsetzungen zur Generierung eines Wurmkomposts führten. Schon vor der Fertigstellung der Wurmbox, wurde sie in das Gesamtsystem des Prinzessinnengartens integriert. Die verwendeten Arbeitsmethoden gestalteten sich interdisziplinär und innovativ und lassen auf ein grundlegendes Verständnis der permakulturellen Grund- und Designprinzipien schließen. Im Ausblick wurden Optimierungsmöglichkeiten und Anknüpfungspunkte skizziert.

Gemäß der Zielsetzung wurde ein System geschaffen, das ein Modell für eine größer angelegte Produktion von fruchtbarem Substrat in der Stadt sein könnte. Es legt den Grundstein für ein mögliches Leuchtturmprojekt der urbanen Verwendung von Lebensmittelabfällen.

## 8 Quellenverzeichnis

### 8.1 Literaturverzeichnis

1. Heisteringer, A., Grand, Alfred. *Biodünger selber machen Regenwurmhumus - Gründüngung - Kompost*. (Löwenzahn Verlag, 2014).
2. Prinzessinnengarten. Prinzessinnengarten Permakultur und Terra Preta Poster. (2014).
3. Brunner, S. & Brunner, M. *Permakultur für alle: harmonisch leben und einfach gärtnern im Einklang mit der Natur*. (Loewenzahn, 2007).
4. Lima, H. N., Schaefer, C. E., Mello, J. W., Gilkes, R. J. & Ker, J. C. Pedogenesis and pre-Colombian land use of 'Terra Preta Anthrosols' ('Indian black earth') of Western Amazonia. *Geoderma* **110**, 1–17 (2002).
5. Kim, J.-S., Sparovek, G., Longo, R. M., De Melo, W. J. & Crowley, D. Bacterial diversity of terra preta and pristine forest soil from the Western Amazon. *Soil Biol. Biochem.* **39**, 684–690 (2007).
6. Beesley, L., Moreno-Jiménez, E. & Gomez-Eyles, J. L. Effects of biochar and greenwaste compost amendments on mobility, bioavailability and toxicity of inorganic and organic contaminants in a multi-element polluted soil. *Environ. Pollut.* **158**, 2282–2287 (2010).
7. Quilliam, R. S., Glanville, H. C., Wade, S. C. & Jones, D. L. Life in the 'charosphere' – Does biochar in agricultural soil provide a significant habitat for microorganisms? *Soil Biol. Biochem.* **65**, 287–293 (2013).
8. Steiner, C. *et al.* Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant Soil* **291**, 275–290 (2007).
9. Malghani, S., Gleixner, G. & Trumbore, S. E. Chars produced by slow pyrolysis and hydrothermal carbonization vary in carbon sequestration potential and greenhouse gases emissions. *Soil Biol. Biochem.* **62**, 137–146 (2013).
10. Steiner, C., de Arruda, M. R., Teixeira, W. G. & Zech, W. Soil respiration curves as soil fertility indicators in perennial central Amazonian plantations treated with charcoal, and mineral or organic fertilisers. *Trop. Sci.* **47**, 218–230 (2007).
11. Block A: Zersetzungsprozesse von Biomasse unter aeroben und anaeroben Bedingungen. *CARLOS - CARbon Learn. Online Syst.* at <<http://hubodenkunde.de/carlos/A01zersetzungsprozesse.html>>
12. Blume, H.-P. *et al.* *Lehrbuch der Bodenkunde*. (Spektrum Akademischer Verlag, 2010).
13. Sulzberger, R. *Kompost und Wurmhumus*. (BLV, 1998).

14. Heynitz, K. von. *Kompost im Garten*. (Ulmer, 2000).
15. Naturland International. Vermikompost: hochwertiger Dünger zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit. (2010).
16. Blakemore, R. J. An updated list of valid, invalid and synonymous names of Criodrilioidea (Criodrilidae) and Lumbricoidea (Annelida: Oligochaeta: Sparganophilidae, Ailoscolecidae, Hormogastridae, Lumbricidae, and Lutodrilidae). *COE Soil Ecol. Group Grad. Sch. Environ. Inf. Sci. Yokohama Natl. Univ. Yokohama Jpn.* 48 (2007).
17. Easton, E. G. in *Earthworm Ecol.* 475–487 (Springer, 1983). at [http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-009-5965-1\\_41.pdf](http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-009-5965-1_41.pdf)
18. Sims, R. W. *et al.* *Earthworms: Notes for the identification of British species*. (Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association, 1999). at <http://library.wur.nl/WebQuery/clc/2004821>
19. natuga - Natur und Garten, Kompostwürmer, Eisenia foetida, Eisenia andrei. at <http://www.natuga.de/kompostwuermer.html>
20. Babel, U. Otto Graff: Unsere Regenwürmer (Lexikon für Freunde der Bodenbiologie). 112 S., ca. 50 Abb., Schaper, Hannover, 1982. *Z. Für Pflanzenernähr. Bodenkd.* **147**, 530–530 (1984).
21. Dunst, G. *Kompostierung: Anleitung für die Kompostierung am Bauernhof, im Garten und im kommunalen Bereich*. (L. Stocker, 1991).
22. Bansal, S. & Kapoor, K. K. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* **73**, 95–98 (2000).
23. Kaushik, P. & Garg, V. K. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* **90**, 311–316 (2003).
24. Loh, T. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. *Bioresour. Technol.* **96**, 111–114 (2005).
25. Szymanski, N. & Patterson, R. A. Effective microorganisms (EM) and wastewater systems. *Future Dir. -Site Syst. Best Manag. Pract. Patterson RAaJ MJ Ed Lanfax Lab. Armidale Univ. N. Engl. Armidale Aust.* **347**, (2003).
26. Sekeran, V., Balaji, C. & Pushpa, B. Evaluation of effective microorganisms (EM) in solid waste management. *Glob. Environ. Probl. Policies Gupta KR Ed Atl. Publ. Distrib.* 107–111 (2007).
27. Okuda, A. & T. Higa. Purification of Waste Water with Effective Microorganisms and its Utilization in Agriculture. *Univ. Ryukyus Okinawa Jpn.* (1995). at <http://www.futuretechtoday.net/em/EMWWT%26AGJapan.pdf>



28. Formowitz, B., Elango, F., Okumoto, S., Müller, T. & Buerkert, A. The role of 'effective microorganisms' in the composting of banana (*Musa ssp.*) residues. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **170**, 649–656 (2007).
29. Kehres, B. *Methodenbuch zur Analyse von Kompost*. (Verl. Abfall Now, 1994).

## 8.2 Internetquellenverzeichnis

Nomadisch Grün gGmbH (2014):

Prinzessinnengarten » Über Nomadisch Grün und die Prinzessinnengärten.

Abgerufen am 01.09.2014 von

<http://www.prinzessinnengarten.net/wir/>

## 9 Anhang

- 1 vermikashi Plakat der Projektwerkstatt Gruppe Wintersemester 2013/2014
- 2 Bildtafel Mindmap
- 3 Liste für Bio-organische Abfälle
- 4 Illustrationen zur Abschlusspräsentation

# Gruppe 1: Prinzessinnengarten Permakultur und Terra Preta

Was bisher geschah:

## Sommer

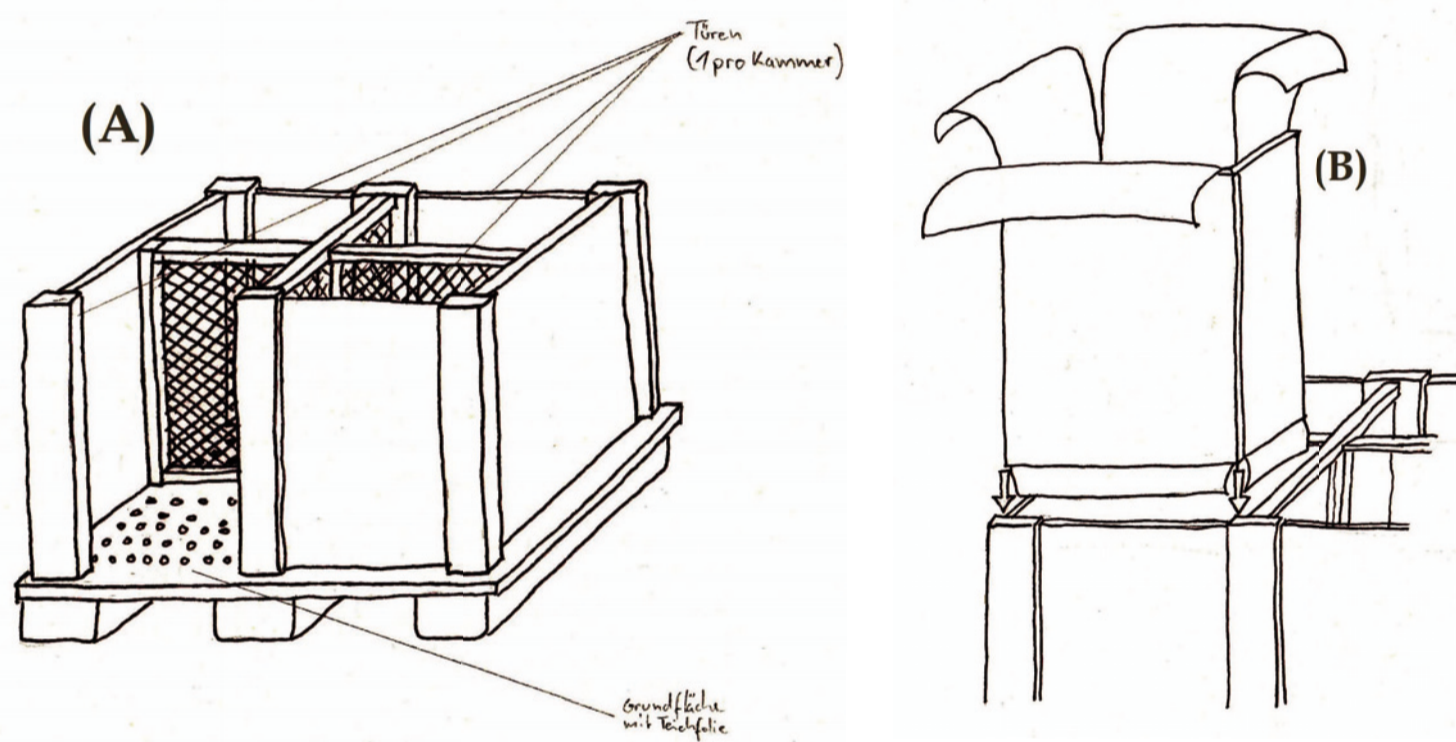
- Bokashi Erzeugung
- Keimversuche

## Winter

- Analyse Ist-Zustand
- Projektziele
  - Kurz-, mittel- & langfristige Sachziele
- Handlungsmaßnahmen
  - theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema Erzeugung von Schwarzerde in größerem Umfang
    - Bioabfälle von Berliner Tafel
    - Kompost Gruppe des Prinzessinnengarten hat „Vermikashi Box“ gebaut
      - SWOT Analyse

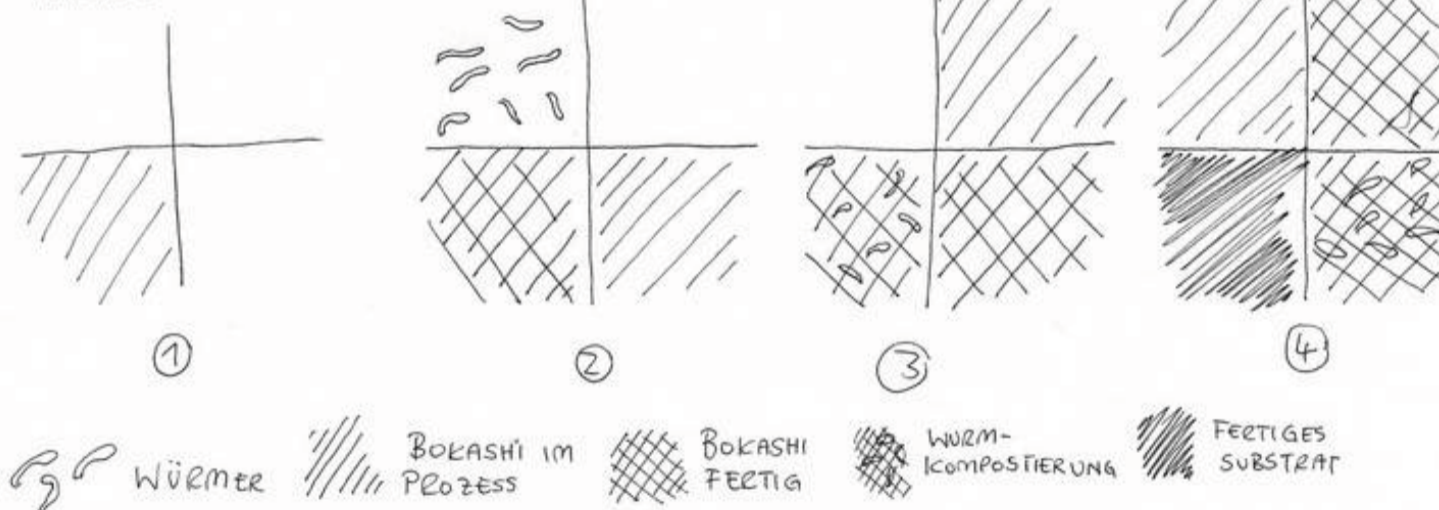
## Vermikashi Box

Aufbau



Funktionsweise

Phasen der Vermikashi Box



Begriff:

lat. Vermis = Wurm

-Kashi von Bokashi was im Japanischen „Allerlei“ bedeutet

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung eines hochwertigen Substrats mit</li> <li>• enormer Arbeitserleichterung</li> <li>• platzsparendes System</li> <li>• Kombinationssystem (=Zeitersparnis)</li> <li>• Verwendung von ausrangiertem Holz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Schwarzerdesubstraten aus bspw. Tafelabfällen auch in größerem Stil denkbar</li> <li>• Konzept ermöglicht auch Laien fachgerechte Abfallverwertung/Substratherstellung</li> <li>• Nutzung von Wurmtee und Bokashisaft</li> </ul>
Schwächen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung nicht erneuerbarer Ressourcen (Teichfolie)</li> <li>• noch kein vorliegendes Konzept zur Nutzbarmachung des anfallenden Bokashisaftes und des Wurmtees</li> <li>• volle Kisten sehr schwer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenn Wurmkompostierung unerwartet lang braucht, geraten alle folgenden Abläufe in Verzug</li> <li>• pH-Wert Einstellung für Würmer nach Bokashisierung schwierig</li> <li>• Drainagelöcher im Boden unter Bokashi-Element könnten durch zu viel Belüftung Fermentation behindern</li> </ul>

Tab. 4: SWOT-Analyse Vermikashi-Box

Was jetzt getan werden soll:

- wissenschaftliche Untersuchungen zum Wurmbokashi
  - pH- Wert
  - wird Bokashi von Würmern überhaupt angenommen?
  - zeitliche Abfolge händelbar?

Fragen?

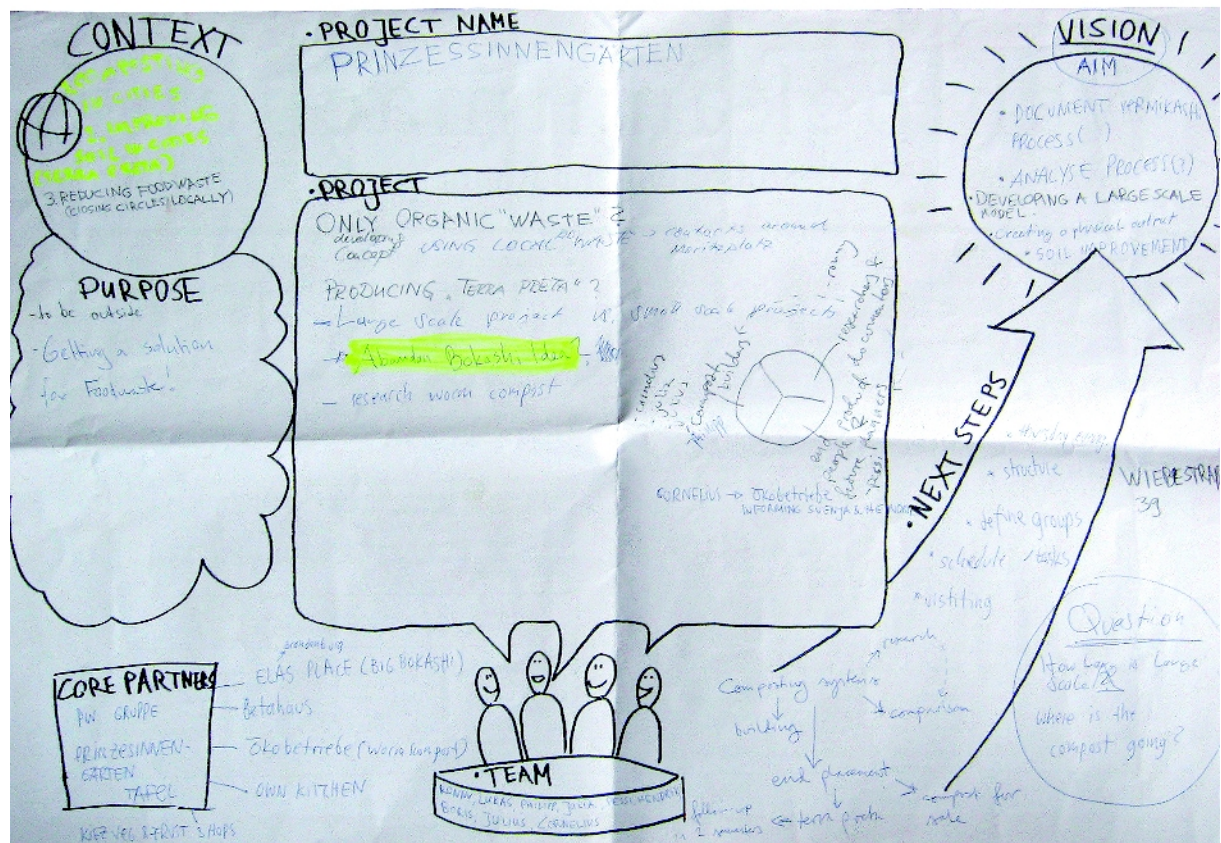
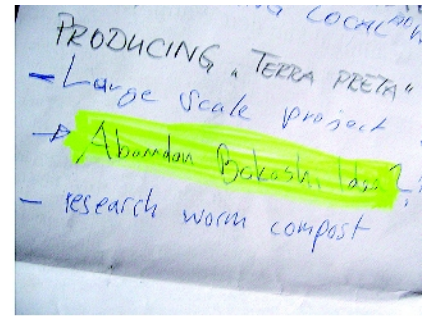
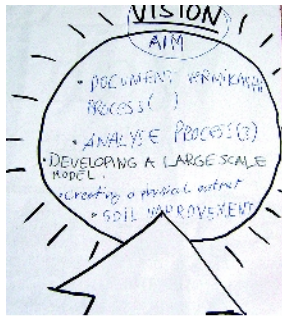
Kontakt zur Kompost Gruppe: Christine Gemmer: 0173/6019484 oder ChristineGemmer@gmx.de

Gruppe SoSe: Alexandra Schulz: alexa\_schulz@gmx.de

Gruppe WiSe: permaprinzessin@googlegroups.com



## 9.2 Anhang 2: Bildtafel Mindmap



### 9.3 Anhang 3: Ressourcenliste

#### **Bioläden und andere Adressen für Bio-Bioabfälle**

Bioladen Himmel und Erde – Skalitzer Strasse 46 (Ecke Lausitzer), 10997 Berlin

Sattva – Reichenberger Str. 122, 10999 Berlin

Biotopia – Wrangelstraße 49, 10997 Berlin

Kraut und Rüben – Oranienstraße 15, 10999 Berlin

Betahaus (neben PG) – Prinzessinnenstraße 19-20, 10969 Berlin

Viasko (Wassertorplatz) – Erkelenzdamm 49, 10999 Berlin

Café V (Lausitzer Platz) – Lausitzer Platz 12, 10997 Berlin

Knofi (O-Straße) – Bergmannstraße 98, 10961 Berlin

BioCompany – Skalitzer Straße 127, 10999 Berlin

Bioladen Grünäugig – Schlesische Straße 10-11, 10997 Berlin

### 9.4 Anhang 4: Illustrationen zur Präsentation

