



Semesterabschlussarbeit

Gruppe: Terra Preta

Wintersemester 2014

Lukas Baltzer

TU-Berlin

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

Abgabe: 24.3.2015

Inhaltsverzeichnis

Liste der Abbildungen	3
1 Literarische Untersuchung	5
1.1. Flora und Fauna.....	5
1.2. Zur Theorie von Terra Preta.....	5
1.3. Humus und Kohlenstoffkreislauf.....	6
2 Mikrofauna	7
2.1. Mikroorganismen	7
2.2. Stickstoffkreislauf.....	8
2.3. Schwefelkreislauf.....	8
2.4. Assimilation von Schwefel.....	8
3 Möglichkeiten der Terra Pretaproduktion	9
3.1. praktische Umsetzung.....	9
3.2. eigener Wurmkompost.....	10
4 Zusammenfassung	11
5 Quellenverzeichnis	12

Liste der Abbildungen

Abbildung 1: Boden und Grundlage für Wurmhumus mit Perra Preta	9
Abbildung 2: Pflanzenkübel seitlich mit Öffnungen zur Bildung von Pflanzengemeinschaften ...	9
Abbildung 3 mit Pflanze.....	9
Abbildung 4: Wurmkompost innen	10
Abbildung 5: Wurmkompost seitlich	10
Abbildung 6: Wumrkompost von oben	10

Einleitung

Die Terra Preta Gruppe der Projektwerkstatt „Permakultur und Terra Preta in der Stadt und auf dem Land“ setzte sich mit Grundlagen der Bodenkunde und Ökologie auseinander. Der Schwerpunkt der Gruppe lag auf den Zusammenhängen der großen Erfolge von Terra Preta, als eine nachhaltige und sichere Methode, ungeeigneten unfruchtbaren Boden wieder fruchtbar machen zu können[14]. Einige wichtige Informationen und Erfahrungen haben wir während eines Ausfluges zu Dr. Jürgen Reckin gemacht, den unsere Gruppe einen Tag lang bei seinen Arbeiten in seinem Garten begleiten durfte. Während meiner Recherchen konnte ich auch einige Versuche im Prinzessinnengarten, einem öffentlich getragenen Garten in Berlin, beobachten. Es gibt aber andere Stellen in Berlin, wie z.B. den Botanischen Garten, wo man Gärversuche betrachten kann. Auch im Stadtgarten Lichtenberg habe ich viele Dinge lernen und erfahren dürfen. Die Forschung zu EM (Effektive Mikroorganismen) ist wirtschaftlich ein immer weiter wachsender und vielerlei unerforschter Bereich, der noch viel ungeahntes Veränderungs- und Erweiterungspotential in sich trägt. Die großen Versuchs-Zeiträume und die Aufzucht und Versorgung von EM's machen diese Forschungsrichtung nicht nur schwierig, sondern in den nächsten Jahren auch zu einem sehr großen Wirtschaftszweig für größtenteils nachhaltige Wirtschaft[6]. Ich habe versucht, die wichtigsten pflanzlichen Wachstumsschritte zusammenzufassen, welche wichtigen Eigenschaften sie haben und in welcher Form Mikroorganismen tatsächlich zu einem mikrobiellen Gleichgewicht beitragen. Es gibt verschiedene Ansätze, wonach Wissenschaftler und Forscher versuchen, Wege für eine Terra Preta Produktion vorzustellen. Darauf möchte ich ebenfalls näher eingehen. Ich möchte auch die Co-Faktoren für die richtige Herstellung von Terra Preta nennen. Wichtige Faktoren stellen dabei auch die auftretende Überzahl von ungewünschten Mikroorganismen in konventionellen Böden, das Verhalten während der Herstellung von Terra Preta und deren weitere Verarbeitung dar. Die diversen praktischen Versuche, die ich bisher mit Würmern und Kompost gemacht habe, wurden leider bisher nur empirisch in Form einer Handbonitierung untersucht. [6,30,39]

1 Literarische Untersuchung

1.1. Flora und Fauna

Die Klassifizierung von Makrofauna variiert in einer Größe von 10-100 mm und mehr. Makrofauna kann aufgrund ihrer Größe, Zeit der Ansiedlung in der Erde, dem Futter, Gewohnheiten oder der Bewegungsmethode charakterisiert werden. Die Hauptorganismen sind Arthropoden, Mollusken, enchytraeide Würmer und Erdwürmer. Die wichtigen Geschlechter der Erdwürmer sind Diplocardia und Lumbricus. Die Umgebung hat Einfluss auf die Versorgung in der Erde. Erdwürmer schützen sich vor unangenehmen Einflüssen durch das Bilden von Kokons und durch Graben. Erdwürmer durchmischen die Erde und sorgen so für eine gute Verteilung von Nährstoffen. Sie sind essentielle Mitglieder der Erdumgebung, wobei dabei nicht die Zahl, sondern die Wirkung ausschlaggebend ist.[25,28, 29,37]

Die Makrofauna dient

- der Beschleunigung für den Zerfall von organischer Masse
- der Durchmischung von Materie und Erde
- der Verbesserung von Struktur und Eigenschaften der Erde
- und sie agiert als Räuber der Erdmikroorganismen

[6,21,25 ,29]

1.2. Zur Theorie von Terra Preta

Terra Preta ist eine uralte Methode aus Südamerika, mit der die Einwohner bei ihren Beobachtungen ihre Kenntnisse über den Ackerbau und oftmals sogenannte Geister oder Entitäten, die sie in bestimmten Pflanzen oder Gegenständen vermuteten, einsetzten, um ihre Götter nicht zu erzürnen. Dabei stellten die Ureinwohner fest, dass Urin und Kot besser getrennt gelagert werden, um Schimmel oder Fäulnis vorzubeugen, wobei Urin einen sehr wertvollen Stickstoff und Phosphordünger darstellte.[26]

Die Tonkrüge in denen die Fäkalien gesammelt wurden, waren in der Erde eingegraben und wurden bei Bedarf mit Erde zugeschüttet, worin letztlich wunderbare, kräftige Pflanzen herauswachsen konnten.[14,26]

Nach der russischen Bezeichnung wird Schwarzerde Tschernosem genannt und prägt den Steppengürtel auf der Nordhalbkugel der Erde. [14] Die nordamerikanische Prärie sowie der Ukraine und Süd-Russlands werden von diesem gefärbten Boden eingenommen.Tschernosem ist auf kalkreichen Lockergesteinen wie Löss unter den klimatischen Bedingungen der Steppe entstanden. [14]

1.3. Humus und Kohlenstoffkreislauf

Gegenwärtig steigt der Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre um etwas 9 Gigatonnen Kohlenstoff pro Jahr an. Hauptverantwortlich sind hierfür die Verfeuerung fossiler Brennstoffe, die Brandrodung von Wäldern und die Landwirtschaft. Die insgesamt vom Menschen verursachten Emissionen sind in Wahrheit noch viel größer.[6,21] Ein erheblicher Teil wird der Atmosphäre durch die Vegetation und die Ozeane relativ rasch wieder entzogen. Wenn Biomasse abstirbt, wird der darin gespeicherte Kohlenstoff jedoch schnell wieder als CO₂ frei. Viel langfristiger wirkt hingegen die Festlegung des Kohlenstoffs im Boden.[1,2,8]

- Terra Preta regeneriert sich selbstständig
- Schwermetalle werden gebunden und nicht mehr an die Pflanzen abgegeben.
- Hormone, z. B. aus der Pille, werden abgebaut.
- Der Wasserhaushalt des Bodens ist durch die Pflanzenkohle optimal geregelt.
- Sogar in Deutschland sind damit 2-3 Ernten pro Jahr möglich.
- Die Pflanzen werden kräftiger und haben einen deutlich höheren Ertrag.
- Kunstdünger und Pestizide fallen weg. Kräftige Pflanzen wehren sich sehr gut gegen Schädlinge.

[21,24 ,34,35,36,]

In der Natur ist nicht der Abbau der vorherrschende Vorgang, sondern der Aufbau, Kooperation, Koexistenz und Symbiose [21,27,28,29,39]

Deshalb wird Humus als die Gesamtheit der abgestorbenen und zersetzten organischen Substanz eines Bodens bezeichnet. Er besteht aus einer Vielzahl komplexer Verbindungen, die durch Bodenorganismen umgewandelt werden. Kohlenhydrate und Eiweiße werden schnell zersetzt, Zellulose oder Holzbestandteile werden langsamer abgebaut. Humus ist jedoch weit mehr als die Summe seiner biologischen, chemischen oder physikalischen Eigenschaften, er ist die unverzichtbare Grundlage des Lebens im und auf dem Boden und verhält sich fast schon wie ein eigenständiger Organismus. Pflanzen stellen den Bodenlebewesen Pflanzensäfte und abgestorbene Pflanzenreste zur Verfügung und erhalten im Gegenzug Nährstoffe[10,13]. Jeder lebt von jedem und versorgt jeden. Eine noch bessere und nachhaltigere Methode der Bodenbewirtschaftung ist die Bokashierung, meinte Elisabeth Mohr aus dem Stadtgarten in Berlin in einem Interview[37].

Für Haiko Pieplow bedeutet das, dass pro Quadratmeter mit 30 cm tiefem Oberboden etwa 1 Billion Bakterien, 500 Milliarden Geiseltierchen, 100 Milliarden Wurzelfüßer, 10 Milliarden Strahlenpilze, 1 Milliarde Pilze, 1 Million Algen, 1 Million Wimpertierchen, 1 Million, 3 Fadenwürmer, 50.000 Springschwänze, 25.000 Rädertiere, 10.000 Borstenwürmer, 300 Vielfüßer, 150 Kerbtiere, 100 Zweiflüglerlarven, 100 Käfer und Larven, 80 Regenwürmer und je 50 Schnecken, Spinnen und Asseln leben [21]. An dieser Stelle möchte ich auf die wichtige Rolle des Regenwurms hinweisen. Nach den Beobachtungen von Haiko Pieplow befinden sich im Darm eines Regenwurms im Durchschnitt doppelt

so viel Kohlenstoff, fünfmal so viel Stickstoff und siebenmal soviel Phosphor wie in normalen Böden. Die von ihm gegrabenen Röhren durchlüften die Erde und dienen Pflanzenwurzeln als Wachstumsbahnen. Auch in vielen anderen wichtigen Literaturen wird davon ausführlich gesprochen.[16,21].

2 Mikrofauna

2.1. Mikroorganismen

In den 1980-iger Jahren kreierte Teruo Higa bei seinen Experimenten in Okinawa im Rahmen von Bodenverbesserungsmaßnahmen eine Mischung aus anaeroben und aeroben Mikroorganismen, die er später auch als effektive Mikroorganismen bezeichnete.[39]

Mit diesen Mikroorganismen erzielte er sehr gute Ergebnisse bei Obst-, Pflanzen- und Reisanbau. Seine Mikroorganismen-Mischung EM*1 besteht hauptsächlich aus Milchsäurebakterien, Hefen und Bakterien aus dem Regenwurmarm.[39]

Bei diesem Abbau werden vor allem Fäulnisprodukte und schädliche organische Stoffe abgebaut, wie z.B. N₂, Methan oder Schwefelwasserstoff.[2,3,4,5,7]

Laut Higa folgen die Mikroorganismen dem Dominanzprinzip, welches die Organismen in drei Gruppen einteilt. Die regenerativen Mikroorganismen, wie Milchsäurebakterien, und Hefen, welche fermentieren, die degenerativen Mikroorganismen, wie Clostridien oder Salmonellen, die Fäulnis verursachen und die dritte Gruppe, deren Auftreten durch die Präsenz und Zahl der anderen zwei Gruppen bedingt wird.[27,28,30,32,39]

Im Buch *Edaphon* wird darauf viel genauer eingegangen, darin berichtet Raoul H. Francé über die vielen verschiedenen Mikroorganismen und die Symbiose der Pilze und Mikroorganismen, welche sich in einem Kreislauf befinden müssen. Seine Forschungen zeigen eindeutig die wichtige Bedeutung einer ausgewogenen Vielfalt im Bodenleben. Mikroorganismen nehmen kein Makromoleküle auf. Große Moleküle müssen zuerst außerhalb der Zelle zerkleinert werden bevor sie von der Zelle aufgenommen werden können. Mikroorganismen sind sehr selektiv gegenüber dem Substrat, in dem sie wachsen. Dieser intrinsische Faktor reflektiert beides, die biochemischen Eigenschaften des Mikroorganismus und auch die genetische Regulation zu seinem Metabolismus. Mikroorganismen wachsen in der Erde. Die wichtigsten Nährstoffe sind C, H, O, P, K, N, Ca, Fe..[11,30,36,33,28] Bodenbakterien sind vorwiegend im Boden lebende Bakterien. Die Bakterien leben bevorzugt in kapillaren Poren und sind zum überwiegenden Teil durch Schleime an Oberflächen gebunden. Ein einziges Gramm Erde aus der Rhizosphäre einer Pflanze kann eine Milliarde Bakterienzellen enthalten. Besonders hoch ist die Bakteriendichte in direkter Umgebung der Wurzeln (Rhizosphäre).[8] Die meisten Bakterien leben saprophytisch, d.h., sie gewinnen Energie durch den Abbau toter organischer Substanz (*Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Actinomycetales* u.a.). Einige Gattungen sind jedoch Stoffwechselspezialisten. So benötigen manche Bakterien nur anorganische Verbindungen zum Wachstum oder können molekularen Stickstoff assimilieren. Die nitrifizierenden Bakterien *Nitromonas* und *Nitrobacter* (Proteobacteria) oxidieren Ammonium zu Nitrit und Nitrit zu Nitrat. Eisen und Mangan

oxidierende Bakterien gewinnen Energie aus der Oxidation von Fe^{2+} und Mn^{2+} [15,13,11]. Stickstoff fixierende Bakterien leben entweder frei (*Azotobacter*, *Azomonas*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Derrickia*) oder in Symbiose mit Leguminosen (*Rhizobium*) und Nichtleguminosen (*Frankia*). *Pseudomonas denitrificans* (*Pseudomonas*), *Achromobacter* und andere Bakterien stellen ihren Stoffwechsel bei Sauerstoffmangel fakultativ auf die anaeroben Bedingungen um. Sie reduzieren dann Nitrat zu molekularem Stickstoff, der in die Atmosphäre entweicht (anaerobe Nitratatmung). Dies führt zu Stickstoffverlusten im Boden. Krankheitserregende Bakterien sind z.B. der Erreger des Wundstarrkrampfes (*Clostridium tetani*; Clostridien allgemein), des Gasbrandes (*Clostridium perfringens*-Arten) und viele pflanzenschädigende Bakterien (z.B. *Agrobacterium*)[7,8,9,10].

2.2. Stickstoffkreislauf

Der globale Stickstoffkreislauf ist massiv gestört, seit vor gut hundert Jahren das zumeist mit fossiler Energie betriebene "Haber-Bosch" Verfahren die Herstellung von synthetischem Stickstoff Dünger möglich machte. Es wurde 1910 von der BASF zum Patent angemeldet. Auf diese Art und Weise gelangen jährlich 105 Millionen Tonnen Stickstoff in den weltweiten Kreislauf. Das Nitrat aus überdüngten Feldern landet in Flüssen und Meeren, wo es zunehmend zu giftigen Algen und toten Zonen führt. Man nennt diese Veränderung des Bodens auch Weicherde[12,11].

Schon jetzt werden laut Haiko Pieplow jährlich zwischen 120 und 160 Tonnen Uran auf deutschen Feldern ausgebracht. Niemand hat es je genau untersucht. In einer Anfrage an den Bundestag lässt sich die Ratlosigkeit erkennen, eine Veränderung der gegebenen Umstände zu beschließen [12,22].

2.3. Schwefelkreislauf

Alle Organismen verbrauchen für ihren Wachstum Schwefel. Bei Bakterien liegt der Schwefelgehalt der Trockenmasse bei 0,5 -1 %. Es ist primär eine Komponente der Aminosäuren Cystein und Methionin. Schwefel spielt eine essentielle Rolle in einer Vielzahl an Co-Faktoren, wie zum Beispiel Biotin A. Koenzym M, Thymin und Fettsäuren und ist in vielen Redoxreaktionen beteiligt. Sowohl als Baustein für Eisen-Schwefel Zentren, als auch für die aktive Redoxreaktion von Disulfid-Bändern [20,19].

In den Schwefel-Kreisläufen in der Erde werden bestimmte Bausteine für Pflanzen und andere Mikro- und Makroorganismen synthetisiert. Zum Beispiel Flechten produzieren Schwefelbausteine, die andere Pflanzen in Ketten wieder aufnehmen können. Sulfuroxid (SO_2) ist ein Zwischenprodukt von Bakterien, die zur Chemosynthese fähig sind ,wie zum Beispiel *Thiobacillus* oder *Beggiata* oder photoautotrophe Bakterien, die H_2S oder S als Elektronendonator ihrer Photosynthese benutzen. Diese Bakterien sind auch fähig, Sulfate oder Sulfite zu reduzieren [24,23,17,18,15].

2.4. Assimilation von Schwefel

Der gesamte Schwefelkreislauf ist bislang eine Angelegenheit für kontroverse Diskussionen. Grundsätzlich werden für die Reduktion von SO_4 8 Elektronen benötigt. In den ersten Schritt werden 2

Elektronen zum Sulfid transferiert. Im zweiten Schritt werden 6 Elektronen benötigt und das Sulfid entsteht. Dieses Sulfid nennt man auch Adenosinphosphatsulfat. In einigen Fachlektüren wird über eine Aufnahme der Sulfate in die Chloroplasten im Austausch für ein Phosphat gesprochen, welches durch Hybridisation eines Adenosin-5-Monophosphats, welches in der ATP-Sulphase Reaktion von ATP unter Elimination von Pyrophosphat entsteht. Es entsteht eine sehr schwache Bindung, die auch nur in geringer Menge vorkommt. APS kann weiterreagieren mit ATP zu 3-Phosphoadenosinphosphosulfat(PAPS). Welches wiederum ein weiteres Grundelement in anderen Reaktionen in organischen Zellen oder bakteriellen Reaktionen darstellt[24,23,17,15].

In einem Bericht der Pharmaindustrie wird beschrieben, dass die Absorption von Schwefel von Mikroorganismen vollzogen werden muss. Denn erst dann kann die Pflanze den modifizierten Schwefel aufnehmen. Obwohl diese Art der Aufnahme nicht die einzige Möglichkeit für die Pflanze ist, wie sie diesen wichtigen Nährstoff aufnehmen und für den Wachstum nutzen kann[20,18].

3 Möglichkeiten der Terra Pretaproduktion

3.1. praktische Umsetzung



Abbildung 1: Boden und Grundlage für Wurmhumus mit Terra Preta



Abbildung 2: Pflanzenkübel seitlich mit Öffnungen zur Bildung von Pflanzengemeinschaften

In diesem Versuch wurde Terra Preta angelegt. Als Ausgangsmaterialien habe ich Holzkohle für den normalen Grillbedarf zerkleinert. Als Wurm Grundlage wurde für den Boden eine kleine Wurm Oase geschaffen. An den Öffnungen dieses 30 Liter Eimers werden Pflanzen eingesetzt. In der Mitte des Eimers befindet sich eine Plastikflasche, die man entweder mit Wasser füllen kann oder anhand eines Siebes auch mit Kompost. Als



Abbildung 3 mit Pflanze

Verschluss dient ein mit Löchern versehener Flasche.

3.2. eigener Wurmkompost

Hierbei handelt es sich um einen dreistufigen Wurmkompost. Die Öffnungen und Löcher im Deckel, so wie im Boden dienen dazu den Würmern den ungehinderten Zugang zu den zwei verschiedenen Kammern zu ermöglichen und sie nicht von einer Luftzufuhr abzuschneiden.

Der Boden ist verschlossen, und dient als Wasser- und Wurmsaftfänger. Bei den einzelnen Handbonitierungen muss ich jedesmal feststellen, dass die Erde sehr nach Ammoniak und Schwefel riecht. Des weiteren stellte ich fest, dass sich der Boden selbst mit Wasser versorgt. und dass ich mehr Flüssigkeit aus dem Versuche gewinne, als ich zugeführt habe.



Abbildung 5: Wurmkompost seitlich



Abbildung 4: Wurmkompost innen



Abbildung 6: Wurmkompost von oben

4 Zusammenfassung

Bei geringer Durchlüftung und im Boden können sich Blasen oder sogenannte Weicherdebereiche bilden, in denen sich Bakterienansammlungen bilden und sich Stoffansammlungen bilden, die durch Mikroorganismen und die Gesamtheit der Gegebenheiten hervorgerufen werden. In diesen sogenannten Blasen bilden sich Stoffwechselprodukte der einzelnen dominanten Mikroorganismen, was zu massiven Problemen führen kann. Eine bestmögliche Kontrolle und Umsetzung des Schwefels oder Phosphors ergibt sich daher aus einer größeren und dickeren Humusschicht, durch welche die Humusflora ein größeres Potential zum Stoffwechsel erhält. Die Problematik, dass ein bestimmter Stamm an vorhandenen Mikroorganismen das Bodengefüge stört, ist durch diese Maßnahme nicht mehr gegeben. Der Isolierung und Einbringung von einzelnen Nährstoffen ist demnach ebenfalls abzuraten. Der Boden kann diese isolierten Eigenschaften für sich nicht tragen [17,15]. Erst ein ausgeklügeltes Gleichgewicht der Humusschicht führt zu einer erfolgreichen und langwierigen Erhaltung des Bodensystems und des Nährstoffgleichgewichts. Auch kann man das Forschungspotential auf diesem Gebiet erkennen, um bisher erzielte Ergebnisse noch weiter zu verbessern. Eine vorherige Bokashierung ist bei bestimmten Anwendungen gerechtfertigt, aber sollte generell nicht das Maß der Dinge oder die vorhandenen Möglichkeiten für eine erfolgreiche Düngung und Nährstoffversorgung des Bodens darstellen [38,39].

5 Quellenverzeichnis

1. Heistingner, A., Grand, Alfred. Biodünger selber machen Regenwurmhumus - Grunddüngung - Kompost. (Löwenzahn Verlag, 2014)
2. Szymanski, N. & Patterson, R. A. Effective microorganisms (EM) and wastewater systems. Future Dir. -Site Syst. Best Manag. Pract. Patterson RAAJ
3. 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)
4. 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>>
5. 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)
6. Ulrich von Weizäcker: Die Formel für nachhaltiges Wachstum
Faktor 5
Droemer HC
7. Atlas R.M. And R.Bartha
Microbial ecology Fundamentals and applications 3d ed.
Redwood City CA: Benjamin Cummings
8. Clark F.E.
1977 Soil microbiology – Its a smal world.
Soil Science Society of America 41:238-41
9. De Kruif , P.
1953Microbe hunters
New York, Harcourt Brace & Co
10. Vallery-Radot R. 1937
The life of Pasteur
Garden City , NY Garden City Publishing Company
11. Robson R.L.,R.R. Eady, T.H. Richardson R. W. Miller, W.Hawkins, J.R. Postgate
1986; The alternative nitrogenase of Azetobacter croococcum is a vanadium enzyme
Nture 322:388-90
12. Bremner J.M. R.L. Mulvaney
1978 Urease activity in soils.In soil enzymes
R.G. Burns (ed.)149-96. London Academic Press
13. Singh B.N.
1949 The effect of artificial fertilizers and dung on the numbers of amoebae in Rothhamsted Soiuls
Journal of General Microbiology 3:204-10
14. Ehrenberg, Berichte der Berliner Akademie

vorläufige Bemerkungen über die mikrobiologischen Bestandteile der Schwarzerde, Thermosen in Russland XVIII; S. 172-176

15.

Michael A.Kertesz

Riding the sulfur-Cycle-metabolism of sulfonates and sulfate esters in gram-negative bacteria

FEMS Microbiology Reviews 24 (199) 135-175

16.

WMO greenhouse gas bulletin

Stat of Greenhouse Gases in the atmosphere; based on Global Observations trough 2013 ; No.10,September 2014

17.

Prof.Dr.Th.Dietrich,Berlin

Jahresbericht über Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agricultur-Chemie

Dritte Folge 14,Jahrgang 54, 1911; Verlagshandlung Paul Parey, Verlag für Landwirtschaft , Gartenbau und Forstwesen,SW.11, Hedemannstraße 10 und 11

18.

Hermann Müller, Lurgi Metallurgie GmbH, Frankfurt/Main,

Sulfur Dioxide,

Federal Republic of Germany Ullmans encyclopedia of Industrial Chemistry

19.

A.Le Faou, B.S.Rajagopal,L.Daniels G.Fauque

Sulfur assimilation and reduction in the bacterial world

FEMS Microbiology reviews 75 (1990) 351-382 FEMSRE 00154,Recieved 6 Octobre 1989

20.

R.E.Miracle, S.E.Ebeler and C.W. Bamforth

The measurements of sulfur-Containing Aroma Compouds in Samples from Production-Scale Brewers Operations

J.Am.Soc.Brew.Chem 63(3):129-134,2005

21.

Haiko Pieplow , Hans Peter Schmidt, Ute Scheub

Terra Preta, die schwarze Revolution aus dem Regenwald

Oekonom Verlag, München 2013

22.

Deutscher Bundestag

17.Wahlperiode Drucksache 17/5843 vom 13.5.2011

kleine Anfrage an den deutschen Bundestag

17. Wahlperiode Drucksache 17/6019 vom 31.5.2011

Antwort der Bundesregierung

23.
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Schwefeldünger Ratgeber 2012
24.
Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz,
Grenzwerteliste 2011
DGUV, IFA-Report 2011
25.
Sepp Holzer
Der Agrarrebell
Goldmann TB, 2009
26. Ulrich Enderwitz
Schamanismus und Psychoanalyse
Zum Problem mythologischer Rationalität in der strukturellen Anthropologie
1973

Internetquellenverzeichnis

27. Christian Rippe
2013
Times New Roman
<http://schwarzerde.wordpress.com/worum-geht-es-bei-terra-preta/>
[1.4.2015]
28. Joshua Korn
CEMP (Certified EM Provider for EMRO USA)
President, Future Tech Today Inc.
2014
Helvetica
<http://www.futuretechtoday.net/em/EMWWT%26AGJapan.pdf>
[1.4.2015]
29. an online reader for the permaculture community
2009
Times New Roman
<https://treeypermacultureedu.wordpress.com/>
[1.4.2015]
30. David Blume
The alcohol revolution
2009
<http://www.urbanagriculture-news.com/>
[1.4.2015]

31. Linnsmaier Hanna
linsmaierhannah@himmelbeet.de
o.J.
Times New Roman
http://himmelbeet.de/?page_id=1689
[1.4.2015]
32. Robert Shaw und Marco Clausen
Nomadisch Grün eV.
2012
Times New Roman
<http://prinzessinnengarten.net/about/>
[1.4.2015]
33. Marko Heckel, Dipl.-Geoökologe
Firma TriaTerra
2003
<http://www.triaterra.de/>
[1.4.2015]
34. Wikipedia für Pflanzenkohleproduktion
o.J.
31.8.2011
<http://www.terrapretawiki.org/index.php?title=Videos-BK&oldid=543>
[1.4.2015]
35. Hans-Peter Schmidt (hps), Kelpie Wilson (kwi), Kathleen Draper (kdp)
info@ithaka-institut.org
o.J.
<http://www.ithaka-journal.net/>
[1.4.2015]
36. Ithaka Institute for Carbon Intelligence
info@ithaka-institut.org
o.J.
<http://www.ithaka-institut.org/de>
[1.4.2015]
37. Uta Zetek,
2013
info@stadtgarten.org
<http://www.stadtgarten.org/>
[1.4.2015]
38. Dr.Alexander Stahr
info@ahabc.de ; info@lesestein.de
o.J.

<http://www.ahabc.de/leben/leben-im-boden-bakterien/>

[1.4.2015]

39. Dr.Teruo Higa

o.J.

About effective Microorganisms; effective Microorganisms in soil

http://www.em-la.com/dr_teruo_higa_en.php?idioma=2

[1.4.2015]