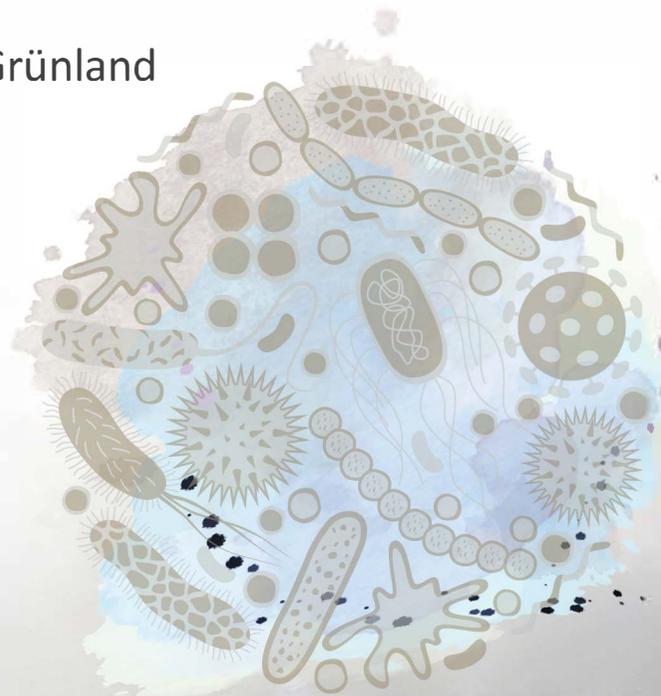


KUHproKLIMA Praxishandbuch 2

Komposte & Kompostextrakte
Herstellung und Anwendung im Grünland



von Francisco Telles Varela, M.Sc.



Inhaltsverzeichnis

Praxis Teil 1 - Kompost

Einleitung.....	Seite 2
1. Einführung.....	Seite 3
1.1. Was ist Kompost? Einführung	
1.2. Die Mischung macht's!	
1.3. Merkmale eines guten Komposts	
1.4. Biokontrollierte Komposte.....	Seite 4
1.5. Verschiedene Arten von Kompost	
1.6. Die Mikroorganismen	
1.7. Tipps & Tricks	
2. Herstellung.....	Seite 5
2.1. Thermophiler Kompost	
2.2. Die Ausstattung	
3. Vorbereitung.....	Seite 6
3.1. Das richtige Mischungsverhältnis	
4. Rezept.....	Seite 7
4.1. Die Anleitung	
5. Monitoring.....	Seite 8
5.1. Tägliche Messungen	
5.2. Die Beurteilung	
6. Kompost wenden.....	Seite 9
6.1. Die richtige Vorgehensweise	
7. Dokumentation.....	Seite 10
7.1. Das Beispiel	
8. Statischer Kompost.....	Seite 11
8.1. Der Spezialkompost	
9. Rezept.....	Seite 12
9.1. Die Besonderheiten	
10. Wurmkompost.....	Seite 13
10.1. Die Eigenheiten	
10.2. Eine gute Kombination	

Praxis Teil 2 - Kompostextrakt

1. Einführung.....	Seite 14
1.1. Warum Kompostextrakt?	
1.2. Was ist ein Kompostextrakt?	
1.3. Gute Qualität	
1.4. Benötigtes Equipment	
2. Bauanleitung.....	Seite 15
3. Anwendung.....	Seite 16
3.1. Das KEX-Rezept	
3.2. Das Monitoring	
3.3. Die Nutzung	
3.4. Die Ausbringung	
4. Bewertung.....	Seite 17
4.1. Erkenntnisse & Ergebnisse	
4.2. Ein letztes Fazit	
5. Zubehörliste Extraktor.....	Seite 18



Foto und Titelfoto: Martin Wiedemann-Bajohr



Praxis Einleitung

"Denn wenn wir das Klima verbessern wollen, so können wir das nur über die Pflanze, und die Pflanze kann es nur über das Bodenleben." Annie Francé, Biologin

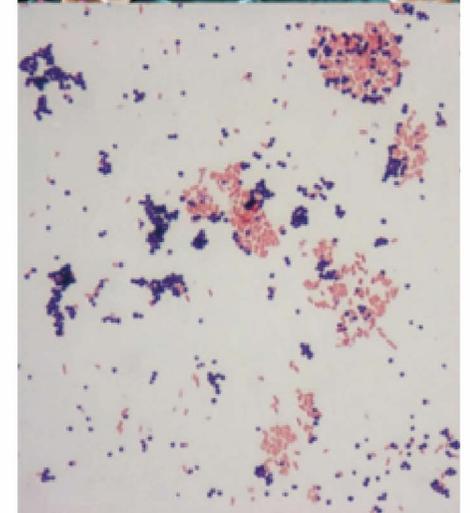
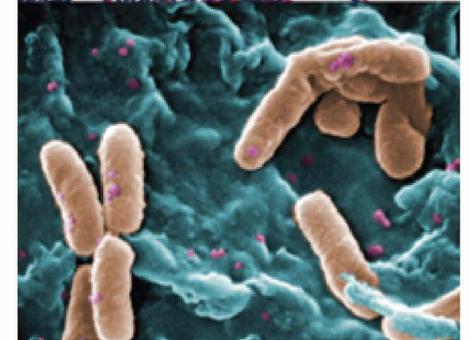
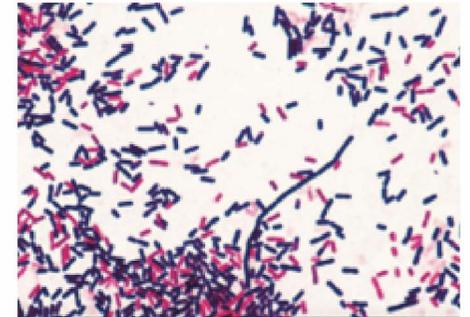
Die Idee

Es ist grundsätzlich sinnvoll, die Weideperiode so lange wie möglich auszudehnen. Eine ganzheitliche Weideplanung (HPG) macht dies möglich. Natürlich fällt dadurch weniger Dünger im Stall an, der meist auch für die Flächen verwendet wird, die nicht mit einer Herde erreicht werden können. Die bodenverbessernde, wachstumsfördernde Wirkung von gutem Kompost ist bekannt. Aus hochwertigen Kompost hergestellte Extrakte und Tees werden auch schon seit langem erfolgreich im Garten- und Ackerbau eingesetzt. Weniger bekannt und untersucht ist Wirkung von Kompostextrakt auf Grünlandflächen. Wir haben uns gefragt, ob Kompostextrakt ein vollwertiger Ersatz für Kompost oder teilweise sogar für Gülle sein könnte. Die meisten Betriebe haben weder genügend Material noch die Infrastruktur und Ausrüstung, um für alle Flächen ausreichend Kompost herstellen zu können. Es ist natürlich klar, dass Kompostextrakt in dieser Konzentration keine direkte Düngewirkung besitzt. Die Überlegung hinter unserem Ansatz war viel mehr, ob über die Inokulation von Bodenleben, die natürlichen Nährstoffkreisläufe angeregt werden können.

Auch wenn der Untersuchungszeitraum und die Kapazitäten in diesem Projekt für derartige Experimente viel zu kurz ausgelegt war, wollten wir dennoch Grundlagen für zukünftige Projekte erarbeiten.

In diesem Handbuch geben wir einen Überblick über all das, was wir erforscht, entwickelt und in der Praxis getestet haben, sowie detaillierte Anleitungen, wie jeder Schritt auf die praktischste und wirtschaftlichste Weise ausgeführt werden kann. In Teil 1 stellen wir unsere erarbeitete und geprüfte Anleitung für einen hochwertigen Kompost vor. Teil 2 beinhaltet alle wichtigen Informationen, um mit geringen Investition einen Extraktor Marke "Eigenbau" herzustellen und selbst Experimente durchzuführen.

Wir wünschen viel Spaß und gutes Gelingen beim Ausprobieren.



Praxis Teil 1 - Kompost

1. Einführung



1.1. Was ist Kompost?

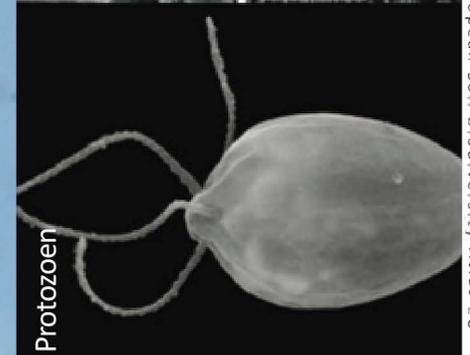
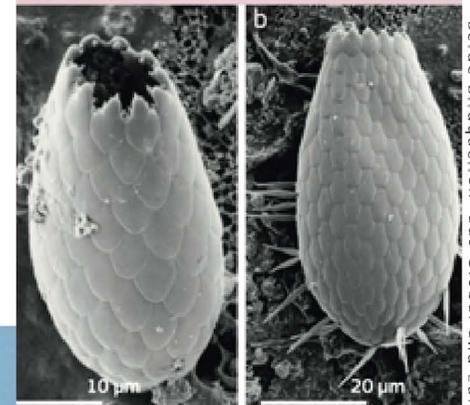
Kompostierung ist so viel mehr als nur ein Haufen zersetzter organischer Stoffe und konzentrierter Nährstoffe. Als Kompostierung wird eine aerobe Zersetzung einer Mischung organischer Materialien bezeichnet. (Aerob heißt mit Sauerstoff)
Die Kompostierung braucht Sauerstoff, damit sich die nützlichen Mikroorganismen vermehren können und die anaeroben verdrängt werden. In dem Kompostierungsprozess sollen "nützliche" Bodenmikroorganismen vermehrt und Stoffwechselprodukte produziert werden. Dazu gehören auch Biosignalmoleküle, deren Aufgabe es ist, das komplexe Bodenbiologie-Netzwerk zu stimulieren.

1.2. Die Mischung macht's!

Eine reiche Vielfalt von organischen Materialien aus der näheren Umgebung, ist die Grundlage für einen guten Kompost, denn sie dienen als Nahrungsgrundlage für eine Vielzahl unterschiedlicher Bakterien- bzw. Pilzarten, die dann im betrieblichen Nährstoffkreislauf zur Wirkung kommen sollen. Zudem stellen sie gute Nahrungsquellen für räuberische Mikroorganismen wie Protozoen, Nematoden und Mikroarthropoden dar, was sowohl für das Nahrungsnetzwerk im Boden essenziell ist als auch den Kompostierungsprozess fördert. Kurz gesagt: Ein hochwertiger Kompost wirkt wie ein gesunder lebender Organismus.

1.3. Merkmale eines guten Komposts

- Vollständig aerober Prozess, in angemessener Zeit und im richtigen Temperaturbereich
- Beinhaltet das gesamte Nahrungsnetz bzw. alle funktionellen Gruppen von Mikroorganismen des Bodens
- Bringt eine Vielzahl von Vorteilen für Böden und Pflanzen mit sich:
 - Nährstoffrückhalt
 - Nährstoffkreislauf
 - Förderung der Bodenstruktur
 - Wasserrückhalt
 - Keine Pflanzenkrankheiten, Schädlinge oder Parasiten
- Kein abstoßender Geruch
- Dunkelbraune Farbe
- Zieht kein Unkraut an



Beide Bildquellen aus Global and European Soil Biodiversity Atlas EC



1.4. Biokontrollierte Komposte

In unserem Projekt lag ein großer Schwerpunkt der Forschung und des Experimentierens darin, die besten Kompostrezepte mit den Materialien zu finden, die den Betrieben zur Verfügung stehen.

Mit Hilfe der Mikroskopie zur Analyse der Mikrobiologie des Komposts konnten wir im Laufe des Projekts die besten Methoden und Rezepte für die Kompostherstellung erarbeiten.

Wir haben für das im KUHproKLIMA-Projekt verwendete Verfahren den Begriff "biokontrollierte Kompostierung" verwendet, da alle Ausgangsmaterialien, Kompostierungsparameter (Temperatur, Feuchtigkeit usw.) sowie die verschiedenen Entwicklungsstufen, die die mikrobiologischen Populationen durchliefen durch engmaschige Kontrollen mit dem Mikroskop erfasst. So konnten wir nach vielen Versuchen die besten Rezepte herausarbeiten. Ohne Kompost von hervorragender Qualität ist es nicht möglich, einen brauchbaren Kompostextrakt (KEX) herzustellen - das ist die Grundregel!



1.5. Verschiedene Arten von Kompost

Um sicherzustellen, dass eine gute Wirkung erzielt wird und eine Anpassung an unterschiedliche Boden- und Umgebungsbedingungen gewährleistet ist, sollte ein hochwertiger Kompost ein breites Spektrum an Mikroorganismen besitzen. Es sollte daher auch immer sehr sorgfältig gearbeitet werden, damit die Umwandlungsprozesse gut laufen.

Wir haben für den Spezialkompost eine Mischung aus drei verschiedenen Komposten verwendet, die unterschiedlich hergestellt wurden:

1. Thermophiler oder Heißkompost (Setzt schneller Nährstoffe frei)
2. Statischer Kompost (Pilzkompost)
3. Wurmkompost (Enthält zusätzliche Mikroorganismen, Aminosäuren und natürliche Biostimulanzien)



1.6. Die Mikroorganismen

Die Kompostierung wird von Bakterien und Pilzen durchgeführt, die von anderen Mikro- und Makroorganismen unterstützt werden.

Bakterien

- Bei der Vermehrung eines Bakteriums werden ca. 10^6 Grad Wärme freigesetzt.
- Wenn 1 Gramm Kompost 10 Millionen Bakterien enthält, die sich alle 20 Minuten vermehren, erfährt jedes Gramm alle 20 Minuten einen Temperaturanstieg von 10 Grad ¹.

Pilze

- Pilze produzieren alle 3 Stunden eine neue Leitspitzenzelle, wenn ausreichend Nahrung vorhanden ist. Für Pilze können die gleichen Berechnungen für die Temperatur angewendet werden wie für Bakterien.
- Komposthaufen, die sowohl ausreichend Nahrung für Bakterien als auch komplexe Nahrung für Pilze zum Wachsen haben, werden schnell heiß.



Fotos: Martin Wiedemann-Bajohr

1.7. Tipps & Tricks

Es gibt einiges zu beachten, damit der Kompostierungsprozess gut läuft. Neben einer möglichst hohen Vielfalt an Ausgangsmaterialien ist das passende Kohlenstoff-Stickstoffverhältnissen (C:N-Verhältnis) der der Materialien entscheidend, damit ein optimaler Temperaturverlauf in einem angemessenen Zeitraum stattfinden kann.

Dazu gehört auch, dass:

- Zum richtigen Zeitpunkt gewendet oder umgeschichtet wird
- Die passende Feuchtigkeit durchgängig gehalten wird
- Für ausreichend Luftzufuhr gesorgt wird
- Die Herstellung bzw. der Verlauf sorgfältig kontrolliert wird
- Equipment und Werkzeuge immer gut gereinigt werden
- Der fertige Kompost richtig gelagert wird (dunkel bei mindestens 40% Luftfeuchtigkeit)

¹ Dr. Elaine Ingham, Foundational Courses (FC), Soil Food Web School LLC



Praxis Teil 1 - Kompost

2. Herstellung

Thermophiler Kompost

2.1. Thermophiler Kompost

Darunter wird ein Heißkompost verstanden, der folgende Merkmale aufweist:

- Die Kompostierung erfolgt schnell und kann bei optimalem Verlauf theoretisch in ca. 44 Tagen fertig sein.
- Das Verfahren ist für kleine Systeme ab 700 Liter geeignet oder für große Kompostmieten.
- Er eignet sich hervorragend zur schnellen Vermehrung einer großen Vielfalt von Bakterien und auch Predatoren (Nematoden, Amöben, Flagellaten), die Nährstoffe freisetzen.
- Pilze sind im Nachteil und entwickeln sich in diesem System deutlich langsamer.
- Das Wachstum von aeroben Mikroben verursacht einen Anstieg der Komposttemperatur.
- Die hohen Temperaturen töten menschliche Krankheitserreger, pflanzliche Krankheitserreger, wurzelfressende Nematoden, Parasiten, Schädlinge und Samen ab.



Fotos: Francisco Telles Varela

2.2. Die Ausstattung

Die folgenden Angaben sind auf den Bau eines 800-Liter-Komposthaufens ausgelegt. Diese Menge passt in einen Gitterturm (1m³) aus stabilem Maschendraht oder einer Baustahlmatte, der wiederum vom Umfang gerade noch auf eine Palette passt. Es werden für die Umschichtung 2 Paletten benötigt. Es bietet sich bei der letzten Umschichtung, wenn die Temperatur runtergegangen ist auch an, die Innenseite mit einem Pappkarton auszukleiden.

Zudem werden drei Holzpfähle, eine Schaufel, eine Mistgabel, ggf. eine Plane und ein Abdeckvlies, ein Besen, ein Wasserschlauch, 2-3 Kompostthermometer und mehrere 20-Liter-Eimer zum Abmessen der Mischungsanteile benötigt.



Praxis Teil 1 - Kompost

3. Vorbereitung

Thermophiler Kompost

"ANZÜNDER"

Materialien mit hohem
Gehalt an Stickstoff

C:N

5:1 bis 10:1

ANTEIL: ~20 (15%)



GRÜN

Nahrung für Bakterien

C:N

10:1 bis 50:1

ANTEIL: ~30 (25%)



BRAUN

Nahrung für Pilze

C:N

50:1 bis 1000:1

ANTEIL: ~50 (60%)



3.1. Das richtige Mischungsverhältnis

Die folgenden Mengenangaben beziehen sich auf einen 800L-Turm, der in einen Gitterkorb von 1m³ gefüllt wird

20% = 160 Liter stickstoffhaltiges Material

30% = 240 Liter grünes Material

50% = 400 Liter braunes, holziges Material

Es ist wichtig, den holzigen Anteil eine Nacht lang in Wasser einzuweichen, damit der Kompost nicht zu schnell zu trocken wird.

Achtung:

Es könnte sein, dass v. a. bei frischem Kuhmist 20 % Stickstoffanteil zu hoch sind. Dann heizt sich der Kompost zu schnell auf und wird dann später auch viel zu schnell abkühlen. Das bedeutet, dass der Kompostierungsprozess nicht vollständig abgeschlossen wird. Sollte dies passieren, dann hilft nur, den Komposthaufen aufzulösen und das alte Material in einem neuen Versuch (und neuen Zutaten) mitzuverwenden.

Fotos: Francisco Telles Varela



Praxis Teil 1 - Kompost

4. Rezept

Thermophiler Kompost

Stickstoff	Anzahl der 20 L Eimer	Grün	Anzahl der 20 L Eimer	Braun	Anzahl der 20 L Eimer
Kurzer Rasenschnitt (Junges Gras, ggf. mit Kleeanteil) oder Kuhmist	4	Altgras oder Heu	13	Hackschnitzel (Laubholz, vorzugsweise Äste)	14
				Fertiger Kompost	2
				Braunes Laub	4

**4.1. Die Anleitung**

Eine Plane wird ausgebreitet und von jeder Kategorie ca. ein Drittel des Materials aufgetragen, vermischt und dabei gut angefeuchtet.

Das Gitter wird auf die Palette gestellt und mit der ersten Mischung befüllt. Dann werden die drei Pfähle eingesteckt und gleichmäßig im Innenraum angeordnet.

Die zweite und dritte Mischung wird eingefüllt und wenn sich das Material etwas gesetzt hat, werden die drei Pfähle wieder herausgezogen, sodass drei Entlüftungskamine entstehen. Falls noch kein fertiger Kompost als Starthilfe vorhanden ist, nimmt man stattdessen mehr Hackschnitzel oder Laub. Ansonsten wirkt fertiger Kompost wie beim Sauerteig als mikrobielles Inokulum und als Bio-stimulans.

Insbesondere bei kaltem Wetter empfiehlt es sich, den Kompost lose abgedeckt zu halten, um während der thermophilen Phase der Kompostierung besser das Wasser und die Temperatur kontrollieren zu können.

Praxis Teil 1 - Kompost

5. Monitoring

Thermophiler Kompost

5.1. Tägliche Messungen

Anfangs sind tägliche Messungen notwendig. Am besten an drei verschiedenen Seiten des Stapels um sicherzugehen, dass die Temperatur gleichmäßig ansteigt und es keine lokalen Herde gibt, an denen der Prozess falsch läuft. Bis zu 10°C Abweichung kann toleriert werden.

Nach ca. drei Tagen sollte der Kompost überall ca. 55°C erreicht haben. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Kompostierprozess bzw. die "Kompostierzeit".

Die optimale Temperatur liegt zwischen 55 und 66°C. Der Kompost sollte in der Heißphase 3-5 mal umgesetzt werden, damit auch das Randmaterial einmal erhitzt wurde.

- 71-74°C: Kompost wird zu heiß, nach spätestens 24 h wenden
- 76-79°C: Zeitnah wenden und bis dahin schon mal mit einem Pfahl ein paar Belüftungskanäle in die Mitte bohren
- Über 79°C: Die Miete sofort wenden (Vorsicht! Kann sich entzünden!)



5.2. Die Beurteilung

Der Wassergehalt sollte immer bei ca. 50% liegen. Das findet man raus, in dem man eine Handvoll Kompost aus der Mitte des Stapels nimmt und diesen dann in einer Faust fest zusammendrückt.

Zu trocken:

Maßnahme: Jeweils beim wenden Wasser hinzugeben

Perfekt:

Keine Maßnahme notwendig

Zu nass:

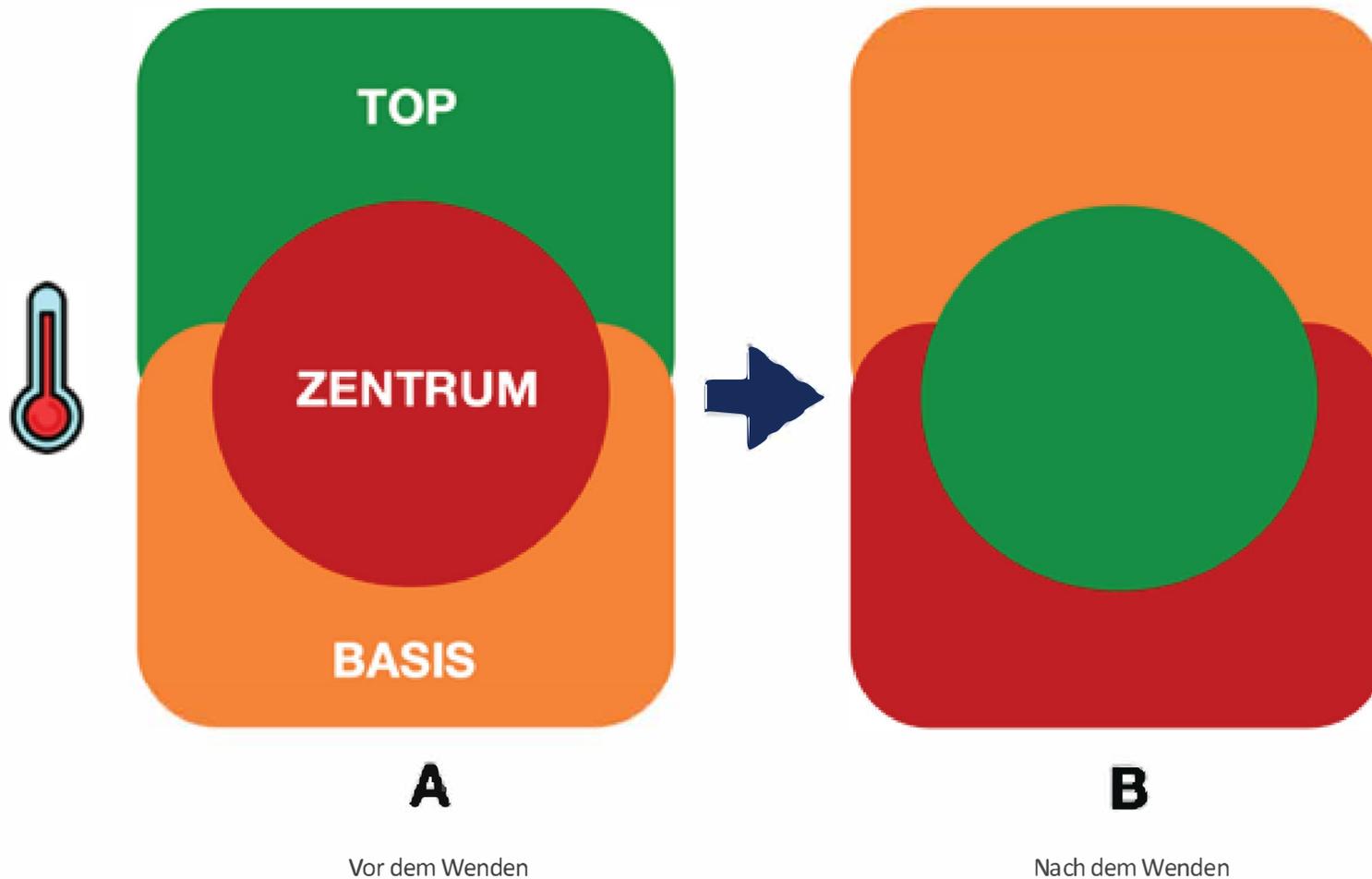
Maßnahme: Beim wenden trockenes Material hinzugeben und hoffen, dass der Kompost nochmal durchstartet. Die Kompostierzeit auf Null zurücksetzen.

Fotos: Francisco Telles Varela

Praxis Teil 1 - Kompost

6. Kompost wenden

Thermophiler Kompost



Grafik: Francisco Telles Varela

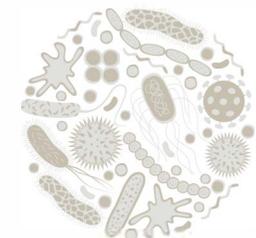
6.1. Die richtige Vorgehensweise

Während des Kompostierungsprozesses mindestens 2-3 Mal wenden (empfohlen sind 5x).

Es ist wichtig, dass sich alle Bereiche des Komposts einmal im heißen Zentrum befunden haben, damit Krankheitserreger und Unkrautsamen abgetötet werden und der Umbauprozess optimal läuft.

Ablauf

- Schritt 1 - Top A abheben und zur Seite legen.
- Schritt 2 - Zentrum A bildet den Boden der neuen Miete
- Schritt 3 - Top A wird in die Mitte gefüllt und wird zu Zentrum B
- Schritt 4 - Basis A wird nun zum neuen Top B

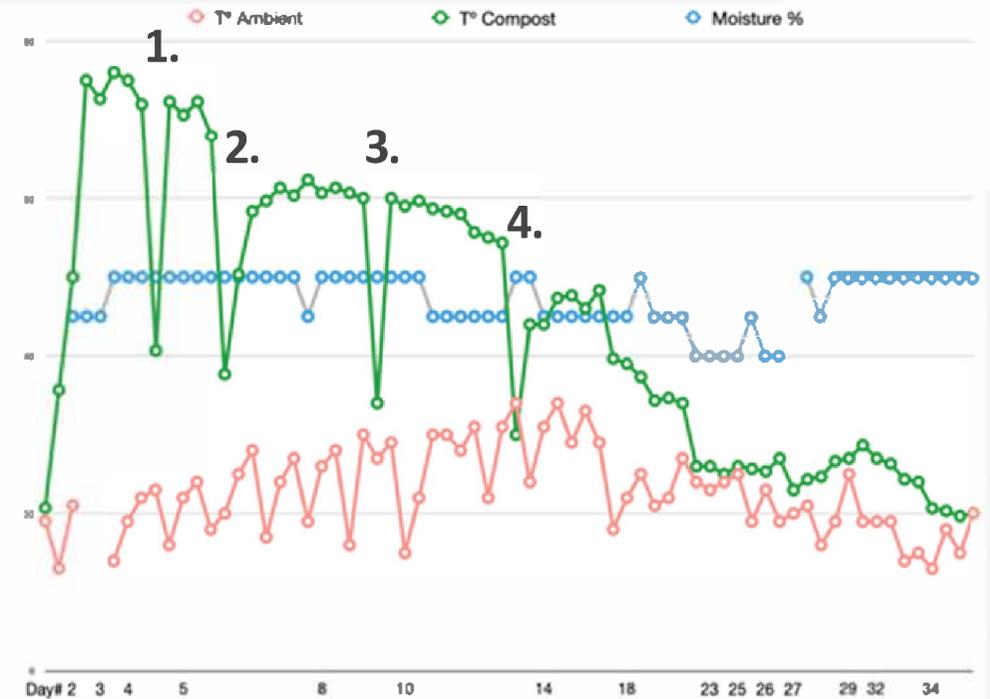


Praxis Teil 1 - Kompost

7. Dokumentation

Thermophiler Kompost

Day#	Date	Time	ID (Batch)	Previous Day	Outside T (°C)	Compost Temperature (°C)				Moisture %	Notes
						1	2	3	Average		
1	13.07.2019	09:30	FTV	H1	19	20	21	21	20.67	-	Compost pile built.
2	13.07.2019	0:00	BB	H2	19	25	24	26	26.67	-	
	13.07.2019	17:30	BB	H2	21	30	26	29	28.00	45	
3	14.07.2019	0:00	BB	C1	-	-	-	-	75	75.00	Composting 10
	14.07.2019	00:00	BB-H	C1	-	75	74	74	75.67	45	
4	15.07.2019	8:30	FTV	C2	14	74	76	76	76.00	50	Perform stirrers. Open stirrer reduces temp.
	15.07.2019	12:00	FTV	C2	16	74	75	76	76.00	50	More finished gain.
	15.07.2019	15:00	FTV	C2	22	72	71	72	72.00	50	Turning time: 24h more than 71°C.
	15.07.2019	17:00	FTV	H4	25	61	60	61	60.67	50	TURB 1
5	16.07.2019	0:00	FTV	C1	16	75	66	72	72.33	50	Composting 10
	16.07.2019	12:00	FTV	C1	22	71	70	68	70.67	50	Finished composting
	16.07.2019	17:00	FTV	C1	24	71	73	72	72.33	50	
6	17.07.2019	0:00	FTV	C2	16	69	67	69	68.50	50	Turning time: 24h more than 71°C.
	17.07.2019	10:00	FTV	H1	20	36	37	41	37.67	50	TURB 2
	17.07.2019	12	FTV	H1	25	36	46	60	43.33	50	Composting 10
	17.07.2019	17:00	FTV	H1/C2	20	36	36	36	36.00	50	
7	18.07.2019	0:00	FTV	C1	17	61	60	60	60.67	50	
	18.07.2019	12:00	FTV	C1	24	60	63	61	61.33	50	
	18.07.2019	19:00	FTV	C1	27	60	60	61	60.33	50	3th Composting
8	19.07.2019	0:00	FTV	C2	17	63	63	61	62.33	45	Spray water around and top
	19.07.2019	12:00	FTV	C2	26	60	61	61	60.67	50	
	19.07.2019	19:00	FTV	C2	26	63	61	61	61.33	50	4th Composting
9	20.07.2019	7:00	BB	C1	16	60	61	61	60.67	50	
	20.07.2019	17:00	BB	C2	20	61	60	60	60.50	50	
	20.07.2019	19:00	BB	C2/H1	27	31	26	26	24.50	50	TURB 3 - 2 days same as temperature when composting starts
10	21.07.2019	16:00	BB	H1/C2	20	60	56	62	60.00	50	Composting 10
11	22.07.2019	0:00	BB	C1	19	59	57	61	58.50	50	
	23.07.2019	0:00	FTV	C1	22	62	60	59	60.67	50	
	23.07.2019	12:00	FTV	C1	20	58	59	59	58.67	45	
	23.07.2019	17:00	FTV	C1	20	58	59	59	58.33	45	3th Composting
12	23.07.2019	12:00	FTV	C2	20	57	56	59	56.00	45	Spray water surface
	23.07.2019	17:00	FTV	C2	21	57	56	56	56.67	45	4th Composting
13	24.07.2019	0:00	FTV	C1	22	56	55	56	55.00	45	
	24.07.2019	13:00	FTV	C2	21	55	54	54	54.33	45	
	24.07.2019	16:00	FTV	H1	24	25	20	20	20.00	50	TURB 4 - 2 days
14	25.07.2019	0:00	FTV	H1	24	44	44	44	44.00	50	
	25.07.2019	12:00	FTV	H1	31	44	44	44	44.00	45	
	25.07.2019	17:00	FTV	H1	31	47	46	49	47.33	45	
15	26.07.2019	11:00	FTV	H2	29	49	47	47	47.67	45	Spray water surface



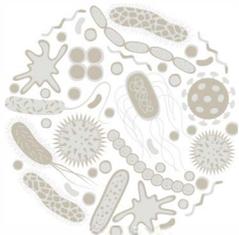
Grafik: Francisco Telles Varela

Eine Protokollvorlage befindet sich unter <https://www.kuhproklima.de/leitfaden.html>

7.1. Das Beispiel

Der Kompost wurde insgesamt 4x gewendet und zeigt einen optimalen Verlauf. Nach 36 Tagen ist er fertiggestellt. Es hat sich aber bewährt, ihn noch ein paar Wochen nachreifen zu lassen.

Sobald ein Kompost die Umgebungstemperatur erreicht hat und mindestens 3x bei ausreichender Erhitzung (über 55°C) gewendet wurde gilt er als fertig gestellt.



Praxis Teil 1 - Kompost

8. Statischer Kompost

Pilzlastiger Kompost (kalt)

8.1. Der Spezialkompost

Unser Ziel war es, einen Kompost herzustellen, der genügend nützliche Pilze enthält und als Inokulum in kleineren Mengen für die Herstellung von Kompostextrakt (KEX) verwendet werden kann.

Der Vorteil eines statischen Kompost ist, dass man ihn nicht wenden muss. Normalerweise dauert es 6 Monate bis zu einem Jahr, bis er einsatzbereit ist. Wir haben jedoch ein Rezept entwickelt und getestet, das in ca. 50 Tagen fertig ist und einen extrem hohen Anteil an Pilzen aufweist (3000 mg/g).

Wichtig:

Der Kompost sollte an einem schattigen Platz stehen und nicht abgedeckt werden, damit er bei Regen befeuchtet wird.

Falls es längere Zeit nicht regnet, jeden Tag 1 Minute gießen, damit eine Feuchtigkeit von 70-80% gehalten werden kann.

Der Haferbewuchs schützt ebenfalls vor UV-Licht und Austrocknung und fördert gleichzeitig weitere Stoffwechselprozesse.



Fotos: Francisco Telles Varela

BRAUN

Nahrung für Pilze
(Hackschnitzel, Rinde,
braunes Laub, etc.)

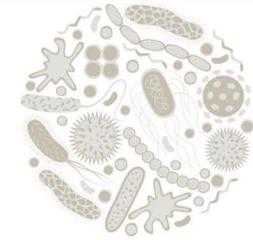
ANTEIL
100%



Praxis Teil 1 - Kompost

9. Rezept

Pilzlastiger Kompost (kalt)



9.1. Die Besonderheiten

- Das Rezept ist wieder für 800 Liter ausgelegt.
- Die braunen Materialien sollten wieder 1 Tag vorher eingeweicht werden.
- 1 Tag vorher wird auch aus einem fertigen thermophilen Kompost ein Extrakt angesetzt. (Ca. 2 Liter Kompost mit 8 Litern Wasser vermischen und immer wieder mal aufrühren)
- An verschiedenen Stellen in Hofnähe (Laub)Waldboden sammeln, der sichtbar Pilzsporen enthalten sollte.
- Wie beim thermophilen Kompostverfahren die Zutaten auf drei Mal vermischen.
- Mit 3-5 Pfählen ausreichend Belüftungskamine einbauen.
- Ein paar extra Haferkörner in die oberste Schicht vermengen
- Ein Pappkarton an der Innenwand schützt die Pilze.



Braun	Anzahl der 20 L Eimer	Futterzusatz und Inokulum
Hackschnitzel (Laubholz, vorzugsweise Äste)	12	8x 250 gr. Kelp (Algenpulver)
Fertiger thermophiler Kompost	20	8x 250 gr. Kleie
Braunes Laub	8	12x 250 gr. Haferkörner (ganz)
		1x 10 Liter Kompost-Extrakt (KEX)
		2x 40 Liter Waldboden (Pilzsporen-Inkokulum)

Foto: David Johnson, JohnsonSuBioreactor

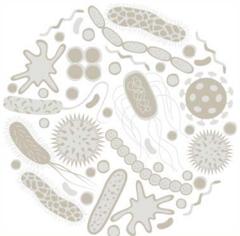
Praxis Teil 1 - Kompost

10. Wurmkompost

Der Kompost mit Biostimulanzien

9.1. Die Eigenheiten

- Kompostwürmer zersetzen organische Materialien in wertvollen nährstoffreichen Dünger.
- Der ausgeschiedene Wurmkot enthält u. a. Spurenelemente, Mineralien, Aminosäuren und Bio-Signalmoleküle.
- Die häufigsten Kompostwurmarten bei uns sind *Eisenia fetida* und *Eisenia hortensis*.
- Kompostwürmer halten sich hauptsächlich in den obersten 20 cm, in der Streuschicht auf, wo leicht verfügbare organische Substanz gelagert ist.
- Sie tolerieren Temperaturen zwischen 0-30°C, am aktivsten sind sie in einem Temperaturbereich von 15-25°C.
- Der Wurmkompost sollte ebenfalls nie austrocknen. Eine nicht zu dicke Laub- oder Streuschicht ist eine gute Möglichkeit der Abdeckung.



9.2. Eine gute Kombination

Natürlich kann man einen separaten Wurmkompost herstellen, um seine Küchenabfälle zu kompostieren. Dafür gibt es auch verschiedene Systeme, die man kaufen oder selbst bauen kann.

Wenn man aber schon Heiß- oder Kaltkomposte hat, macht es Sinn, dort ebenfalls Kompostwürmer zu ergänzen.

Beim statischen Kompost kann man sofort welche hinzufügen, beim thermophilen Kompost erst, wenn wieder die Umgebungstemperatur erreicht wurde. Dabei ist es wichtig, immer drauf zu achten, dass genügend Feuchtigkeit vorhanden ist. Gerade für die Herstellung von Kompostextrakt hat sich gezeigt, dass der zusätzliche Nährstoffeintrag über den Wurmkot die Qualität des Extrakts weiter verbessert.

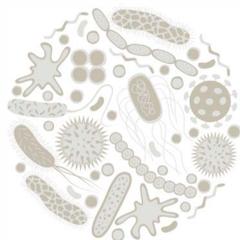
Da der Kompost nur ca. 12h lang in Wasser extrahiert wird, überleben die Würmer dieses ausgiebige "Bad" auch ohne Probleme, bevor sie wieder in den Komposthaufen zurückkehren können.

Foto: Martin Wiedemann-Bajohr



Praxis Teil 2 - Kompostextrakt

1. Einführung



1.1. Warum Kompostextrakt?

Wie schon eingangs erwähnt war eines der Hauptziele unserer Projektstudie, die Wirkung und den potenziellen Nutzen der Anwendung von Kompostextrakten (KEX) auf den Testflächen der Projektbetriebe zu untersuchen. Wir haben uns gefragt, ob man die Regeneration des Bodens durch zusätzliche Beimischung mit Mikroben und Nährstoffen aus der direkten Umgebung unterstützen kann. Der Vorteil der Verwendung von Kompostextrakten besteht darin, dass die benötigten Materialien weitestgehend vorhanden sind, keine großen Mengen benötigt werden und die Ausbringung viel effizienter und kostengünstiger ausgebracht werden könnte.

Es würde sich also um eine skalierbare Lösung handeln, die u. U. in Kombination mit einer gut geplanten Beweidung so manche Gülleüberfahrt ersetzen könnte. Ein reduzierter Stickstoffeintrag würde zudem die Umwelt entlasten und die Biodiversität fördern. Mit unserem Versuchsaufbau konnten wir dazu einige gute Erkenntnisse gewinnen, es sind aber weitere Analysen (insbesondere Langzeitstudien) notwendig, um die Ergebnisse besser einordnen zu können.

Fotos: Francisco Telles Varela

1.2. Was ist ein Kompostextrakt?

Vereinfacht ausgedrückt ist ein Kompostextrakt ein fester Kompost, der mit Wasser vermischt wird. Die löslichen Stoffe werden inklusive der Mikrobiologie und Nährstoffe mit Hilfe der elektrischen Belüftungspumpe in das Wasser extrahiert. Ein Extrakt ist sehr viel konzentrierter als ein Komposttee und auch wesentlich einfacher herzustellen. Aufgrund seiner festeren Partikel, die darin herumschwimmen, ist allerdings bei der Ausbringung einiges mehr zu beachten als beim Komposttee. Komposttee und -extrakt müssen nach der Fertigstellung sofort verbraucht werden. Man setzt immer nur die Menge an, die man auch benötigt. Es gehört eine gewisse Logistik dazu, damit alles reibungslos läuft.



1.3. Gute Qualität

Um die bestmögliche Qualität von KEX zu erhalten und die besten KEX-Rezepte zu finden, haben wir den Prozess engmaschig kontrolliert und analysiert (Mikroskop). Dazu haben wir die Konzentration der Mikroorganismen in den Kompostextrakten bestimmt, um das beste Verhältnis von Wasser zu festem Kompost in der Extraktionsmischung auszuloten. Dieses Verhältnis hängt auch von der Qualität der hergestellten Komposte ab, aber unsere Angaben sind bereits ein guter Anhaltspunkt.

Das Rezept ist wieder für 800 Liter Extraktlösung ausgelegt, damit ein standartmäßiger IBC-Tank à 1000 Liter verwendet werden kann.



1.4. Benötigtes Equipment

Zur Herstellung benötigt man:

- Einen 1000 Liter IBC-Container (ggf. einen weiteren für die Ausbringung)
- Eine leistungsstarke Tauchpumpe ggf. mit Siebvorsatz (ggf. eine kleinere zum abpumpen)
- 4 Venturi-Systeme mit Schlauch zur Belüftung
- 2 Körbe mit Drahtgeflechteinsatz (5 mm Maschenweite)
- 1 Siebkorb als Filter (mit 400 µm Maschenweite)
- Wasserschlauch
- ggf. Sauerstoffmessgerät
- Es können diverse Zusatzprodukte hinzugegeben werden

Auf Seite 18 befindet sich eine genaue Aufstellung der benötigten Artikel für den Extraktor.





Praxis Teil 2 - Kompostextrakt

2. Bauanleitung



A Alle Einzelteile werden zusammengesteckt. Die Einzelnen Fittings sind mit kurzen PE-Schlauchstücken verbunden.



B An den 4 Enden wird jeweils eine Venturidüse angeschraubt. Der mittlere Anschluss wird an den Pumpeneingang angesteckt. Evtl. ist hier ein spezieller Adapter notwendig.



C An jede Venturidüse wird ein Schlauch zur Luftansaugung gesteckt und mit einer Schlauchklemme gesichert. Die Schläuche müssen lang genug sein, damit sie aus dem Wasser herausragen.



D Die beiden Körbe werden mit einem 5mm-Maschendrahtgitter ausgestattet und in den mit 800 Liter Wasser gefüllten IBC-Container gehängt.



E Das Venturi-System wird an die Pumpe angeschlossen und auf den Grund des Tanks gesetzt. Evtl. mit einer Stange oder einem Gewicht fixieren, damit die Pumpe an Ort und Stelle bleibt.



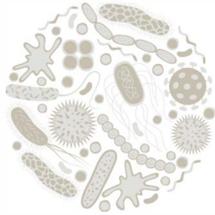
F Vorzugsweise sollte Regenwasser verwendet werden. Die Pumpe anschließen und das Wasser vor der Extraktion ca. eine Stunde lang belüften.



G Dann 50 Liter der empfohlenen Kompostmischung in den beiden Körben verteilen und vorsichtig aufrühren. Nach der Halbzeit die Zusatzfuttermittel begeben.



H Die Extraktionszeit beträgt ca. 6-12 h. Darauf achten, dass das Bodensieb der Pumpe nicht verstopft und immer alle 4 Schläuche Luft ansaugen. O₂-Messungen durchführen.



Praxis Teil 2 - Kompostextrakt

3. Anwendung

3.1. Das KEX-Rezept

- 800 Liter Regenwasser
- Zusatzfuttermittel (die wir verwendet haben)
 - 1 kg Kelp (Rotalgenpulver)
 - 1 kg Huminsäure (Leornaditpulver - vorher gesiebt)
- Fester Kompost (6,25% = 50L):
 - 40L statischer Kompost und
 - 10L thermophiler Kompost



Fotos: Francisco Telles Varela

3.2 Das Monitoring

- O₂-Kontrolle (gelöster Sauerstoff (= DO) im akzeptablen Bereich)
- Geruchskontrolle (nichts riecht unangenehm)
- Sichtkontrolle (Pumpe hat sich nicht verschoben, alle Venturidüsen arbeiten)

Wenn Sie ein DO-Messgerät haben, versuchen Sie bitte, die folgenden O₂-Werte einzuhalten. Wenn dieser Wert niedriger ist, ist Ihre Pumpe vielleicht nicht stark genug, oder das Schlauchsystem führt nicht genug Luft ein (vielleicht verstopft?).

Vor der Zugabe von Kompost, nur Wasser (Pumpe an) = 13-14 mg/L. Es kann Schwankungen durch Temperaturveränderungen geben.

Während der Extraktion mit Mikrobiologie unter Verbrauch von O₂ sollte der O₂-Gehalt bei mindestens 8 mg/L liegen.

3.3. Die Nutzung

- Der Extrakt sollte innerhalb weniger Stunden verbraucht werden.
- Es hat sich bewährt, eine kleinere Pumpe beim Abpumpen in den Siebkorb zu stellen, damit später nicht die Verteilerpumpe oder die Düsen des Ausbringgeräts verstopft werden.
- Der Satz im Tank wird wieder in den Komposthaufen gegeben (oder verdünnt im Garten, im Stall oder auf dem Misthaufen verteilen)
- Nach Gebrauch alles zerlegen und reinigen.



3.4. Die Ausbringung

- Für die Feldversuche haben wir mit einer Menge von 170 Liter/ha gearbeitet. Diese Mengenangabe bezieht sich auf Feldversuche aus dem Acker- und Gemüsebau.
- In einer Nebenstudie haben wir herausgearbeitet, dass der direkte Kontakt auf oder besser noch in den Boden die beste bzw. schnellste Resonanz hervorgerufen hat.
- Je nach Ausbringungsart, müssen die passenden Düsen gewählt werden.
- Es wurde eine Pumpe mit Vorfilter und Dosiermöglichkeit verwendet, die die Mikroorganismen nicht zu sehr beeinträchtigt.
- Hilfreich ist ein GPS Navi-System zur präzisen Ausbringung.

Praxis Teil 2 - Kompostextrakt

4. Bewertung

3.1. Erkenntnisse & Ergebnisse

Was die Anwendung von Kompostextrakt im Grünland anbelangt, haben wir in dem kurzen Zeitraum das Meiste an Erfahrungen und Erkenntnissen herausgeholt, was möglich war. Diese sind nachzulesen im wissenschaftlichen Teil unserer Projektergebnisse. Aber da in Freilandstudien so viele verschiedene Faktoren mit reinspielen, braucht es Langzeitstudien, um Ergebnisse besser auswerten bzw. einordnen zu können.

Wir sehen nach-wie-vor großes Potenzial in diesem Ansatz. Die Herstellung ist einfach, nicht allzu aufwändig und kostengünstig.

Deshalb werden wir weiterexperimentieren, mit verschiedenen Konzentrationen, Zusätzen, Ausbringmengen und -intervallen.

Was die Ausbringtechnik anbelangt, sehen wir auch noch Verbesserungspotenzial für die Ausbringung in Hanglage.



3.2. Ein letztes Fazit

Ohne einen reichhaltigen, lebendigen Kompost als Ausgangsmaterial geht es nicht. Auch da möchten wir noch genauer herausfinden, inwiefern der Hafer, den wir verwendet haben, besondere Reaktionen bei den Mikroben und Kompostwürmern getriggert hat, denn diese Mischung wurde noch von keiner der unzähligen von uns bisher mikroskopisch untersuchten Kompost- und Bodenproben getoppt.

Ohne die verschiedenen Herstellerfirmen, die uns mit dem Equipment beraten und ausgestattet haben, hätten wir den Versuch nicht durchführen können. Das gilt ebenso für die verschiedenen Labore und Institute, die uns verschiedene Untersuchungen ermöglicht, ihr Wissen beigesteuert und bei der Auswertung geholfen haben.

Großen Dank an alle, die hier mitgewirkt haben! Wie immer braucht es ein ganzes Team, um weiterzukommen, denn:

„Jeder Versuch eines Einzelnen, für sich zu lösen, was alle angeht, muss scheitern.“
Friedrich Dürrenmatt

Foto: Francisco Telles Varela





Praxis Teil 2 - Kompostextrakt

5. Zubehörliste Extraktor

	1x Kärcher Entwässerungspumpe SP 6 Flat Inox (14.000 l/h Wasser, max. Eintauchtiefe: 7 m, max. Fördertemperatur: 35 C°, kermische Gleitdichtung, 23,8 x 28.7 x 35,6 cm)
	7x Agora-Tec 32mm PE-Rohr T-Stück Verschraubung Fitting Kupplung
	3x Agora-Tec PE-Fitting Kupplung 32 mm x 1 1/4 Zoll IG (39 mm) für PE-Rohr 32 mm, schwarz
	1x Agora-Tec PE-Fitting Kupplung 32 mm x 1 1/4 Zoll IG (39 mm) für PE-Rohr 32 mm, schwarz
	4x Bewässerung Venturi Dünger Injektoren Rohr Dünger Landwirtschaft Werkzeug Kunststoff, schwarz 1" Zoll (1inch)
	1x Flextube TX 19mm x 3mm (3/4 Zoll), 10m lang PVC Schlauch mit Gewebe, Lebensmittelecht durchsichtig flexibel (Druckschlauch, Druckluftschlauch, Lebensmittelschlauch, Wasserschlauch, Luftschlauch) + 4 Schlauchschellen
	2x Eurobehälter/Bäckerkiste, LxBxH 600x400x410mm, lebensmittelecht, Boden und Wände durchbrochen, grau Zusätzlich: 1 Rolle Hasengitter mit 5mm Maschenweite für Innenauskleidung
	1x 5m PE Rohr 32mm x 1.9mm Verlegrohr Druckrohr für Brauchwasser PN4

Mobile Pumpe für die Ausbringung



Foto: Nordwälder GmbH

Inhalt: Francisco Telles Varela, M.Sc
Satz/Layout: Christine Bajohr
Dieses Praxishandbuch wurde nach
bestem Wissen und Gewissen im Rahmen
des Projekts KUHproKLIMA erstellt.
(c) 2023 OG-Grünland, www.kuhproklima.de

