

Qualitätsmanagement „Innovation Kompostsysteme für mehr Bodenfruchtbarkeit“ EIP Projekt

Dipl.Ing.agr. Henning Knutzen

Problemstellung:

Es gibt in Schleswig Holstein nur wenige Biobetriebe, die nachhaltig hohe Erträge im Getreidebau erzielen können. Dieses Problem gilt spezifisch für Schleswig Holstein, da die Böden im Frühjahr oft lange kalt sind und die Mikrobiologie die pflanzenverfügbaren Nährstoffe noch nicht bereit stellen kann. Konventionelle Betriebe können dieses Problem durch mineralische Düngung ausgleichen. Weltweit betrachtet erzielt der konventionelle Landbau in Schleswig Holstein Höchsterträge und der biologische Landbau hat einen Standortnachteil auf Grund der deutlich geringeren Erträge. In südlicheren Gebieten Deutschlands werden teilweise ähnlich hohe Erträge wie im konventionellen Landbau erzielt. In Schleswig Holstein können demgegenüber mit Früchten wie Mais, die deutlich später im Frühjahr gesät werden, auch ähnlich hohe Erträge erzielt werden, wie im konventionellen Landbau.

Ein Ziel des Projektes war es, die auf den landwirtschaftlichen Betrieben anfallenden landwirtschaftlichen Reststoffe so zu behandeln und aufzubereiten, dass einerseits die Bodenfruchtbarkeit und andererseits der Ertrag gesteigert werden kann.

Ein weiteres Ziel des Projekts „Innovative Kompostsysteme“ war es dem Landwirt in der Praxis Methoden an die Hand zu geben, die darauf schließen lassen, ob ein Kompost eine Rottemethode und bzw. oder der Einsatz von Biokohle oder Komposttee von der Qualität geeignet ist die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern und nachhaltig Humus aufzubauen. Dazu wurden verschiedenste Versuche in der Praxis angesetzt und ausgewertet. Es wurden Methoden zur Qualitätsbestimmung geprüft, geändert und weiter entwickelt, um praxistauglich zu werden.

Im Rahmen des Projekts mussten einige Methoden neu entwickelt werden und unter geänderten Bedingungen getestet werden.

Folgendermaßen wurde vorgegangen:

1. Bestimmung der bekannten Methoden zur Qualitätsbestimmung von Komposten
2. Überprüfung der Methodik auf Praxistauglichkeit
3. Anpassung der Methodik

Bestimmung der bekannten Methoden für ein Qualitätsmanagement von Komposten:

Bisher wird in handelsüblichen Komposten meist nur das RAL- Gütezeichen verwendet. Pflanzenbaulich sind dort kaum Gütekriterien aufgestellt worden, die einen Aufschluss auf die pflanzenbauliche Wirkung geben. In den meisten Kompostwerken ist es notwendig auf Grund des beengten Platzbedarfs einen möglichst schnellen Durchsatz zu schaffen und den entstehenden Kompost dann vorrangig in der Landwirtschaft zu verwerten. Die Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass eine Ertragssteigerung nur langfristig erfolgen kann und meist nur etwa 10 % erreicht. Allerdings kann die Grundversorgung mit Hauptnährstoffen wie Phosphor und Kalium sowie vielen Spurenelementen abgedeckt werden und eine langsame Humuswirkung erzielt werden. Auf Grund der Bodenanalysen, die im EIP-Projekt gezogen wurden, sind auf mehreren Betrieben doch deutliche Schwächen in der Nährstoffversorgung deutlich geworden, so dass der Einsatz von Handelskompost durchaus eine sinnvolle Alternative sein kann, um die Nährstoffversorgung sicher zu stellen. Ein Problem im Handelskompost ist allerdings der Störstoffanteil von

Kunststoffen durch Fehlwürfe. Im Rahmen des Projekts wurden auch Komposte auf das Vorhandensein von Kunststoffen (Mikroplastik) geprüft, wobei erhebliche Mängel festgestellt wurden. Hier muss die Kompostindustrie noch Verfahrenstechniken entwickeln, um dieses Problem zu lösen. Kunststoffe gehören nicht auf den Acker und sind unerwünscht.

Zunächst wurden pflanzenbauliche Tests bestimmt, von denen das Team sich versprochen hatte eine bessere Aussage über die Qualitäten der Komposte und Rottebedingungen treffen zu können.

Kutscheratest

Kurzbeschreibung:

20 mm dicke Styroporrahmen werden mit einem Baumwollnetz „Stramin“ überspannt. Die Überspannung erfolgt so, dass die Seitenteile des Netzes in der zu untersuchenden Flüssigkeit hängen.

Der Rahmen schwimmt in der Flüssigkeit und auf dem Netz wird Saatgut gelegt. Nach 8 bis 10 Tagen kann der Test ausgewertet werden. Die Wurzeln der Keimlinge können fotografisch erfasst werden. Für eine genaue Messung kann das Wurzelgewicht und Pflanzengewicht bestimmt werden. Für Flüssigkeiten, wie Gülle, Jauche und Perkulat werden Mischungen mit Wasser 1:29 bis 1:49 empfohlen, für feste Dünger, wie Mist oder Kompost 1:1 bis 1:9. Die Raumtemperatur sollte zwischen 18 und 20 Grad Celsius betragen und die Schüssel zunächst mit Folie abgedeckt werden. Für genauere Ergebnisse sollte destilliertes Wasser genommen werden.

Die Methode wurde auf Praxistauglichkeit getestet mit verschiedenen Kompostproben, die im Rahmen des EIP-Projekts zur Verfügung gestellt wurden.

Fotos: erste Tests



Unabhängig von den Ergebnissen der Methode wurde diese Methode für einen praktischen landwirtschaftlichen Betrieb als nicht geeignet angesehen. Der Aufwand für einen Landwirt ist dabei einfach zu hoch und die Ergebnisse zu ungenau.

Anfangen von der Besorgung der Materialien, wie Stramin, die entsprechenden Styroporrahmen, das Befestigen des Stramins, das Ansetzen der Versuche und die Bestimmung des Gewichts und Trockengewichts und die Beurteilung der Ergebnisse bis hin zum Vorhandensein einer Laborwaage, kann dieser Versuch nur sehr ungenaue Ergebnisse hervorbringen. Dazu ist die Nutzung eines Labors mit entsprechendem Equipment notwendig. Die Kresse reagiert durchaus unterschiedlich auf unterschiedliche Komposte und es handelt sich um einen groben Hemmstofftest. Aber wie soll ein Landwirt den unterschiedlichen Lichteinfall gewährleisten. Die Bestimmung des Trockengewichts ist mit einer Küchenwaage gar nicht möglich, da die Gewichte im 0,05g Bereich differieren. Nach mehreren Gesprächen mit

Apothekern und Laboranten wurde dieser Zusammenhang sehr deutlich. Schon die Trennung des oberflächlichen Aufwuchses von der Wurzelmasse gestaltete sich als äußerst schwierig, weil der Schnitt nicht genau genug geführt werden kann. Die Trockenmasse wurde zusammen mit der Wurzelmasse durch Eintrocknen bestimmt. Die Trockenmasse differierte dann allerdings nur so wenig im Gewicht, dass ein aufwendiges System im Labor entwickelt werden muss, um belastbare Ergebnisse zu erreichen. Für ein Labor mit entsprechender Erfahrung und einem eingespieltem Team mag diese Methode geeignet sein, doch selbst da hängt die Beurteilung von



den Erfahrungen der jeweiligen Versuchsperson ab. Vierfachwiederholungen und randomisiertes Verfahren sind weitere Voraussetzungen. Nach mehreren Besprechungen mit dem Laboranten Tim Lohff wurde ein neues Verfahren entwickelt und auf Praxistauglichkeit

geprüft. Es handelt sich dabei um einen einfachen Wasserlinsen Hemmstofftest. Bei dem Wasserlinsenhemmstofftest werden geeignete Lemnaceen, welche als Reinkultur und Stammkulturen gehalten werden, auf wässrigen Bodenaus-zügen ausgesetzt und die Wachstums- und Vermehrungseigenschaften bewertet. Dabei wird auch die Farbveränderung in Betracht gezogen, sowie ob die Pflanzen absterben oder sonstige Veränderungen beurteilt. Der Vorteil des Wasserlinsentests liegt in der Vermehrungsrate. Wenn Hemmstoffe in dem Medium enthalten sind, dann zeigt die Wasserlinse das mit Farbveränder-ungen und der Vermehrungsrate sehr genau an. In einem optimalen Medium vermehrt die Linse sich durch eine Verdoppelung pro Tag. Das bedeutet, dass durch einfaches Auszählen der Linsen nach 10 Tagen eine ziemlich gute Aussage getroffen werden kann, ob der Kompost, der Rottemist oder die Gülle Hemmstoffe enthalten und dadurch geeignet sind Pflanzenmehrerträge zu generieren. Selbst Bodenauszüge sind so auf Bodenfruchtbarkeit überprüfbar.

Wasserlinsen-Hemstofftest, Versuchsreihe Tim Lohff, Bioenergylab:

Der Wasserlinsen Hemmstofftest wurde in Anlehnung an bisherige Standardmethoden angepasst. Es wurden bei jeder Probe 2,000 g Ausgangssubstrat in 50 ml Reinstwasser unter 24 stündigen Schütteln inkubiert. Dabei wurden zu 95 % gelöste Verbindungen erfasst, welche in Lösung eine Wirkung auf die Lemna Klone erzielt haben. Eine bildliche Auswertung zeigt dabei Überschüsse und Mangelerscheinungen bereits früh an. Es wurde immer mit 12 Klonen/Pflanzenkolonien angeimpft. In diesem Versuch wurden 12 verschiedene Klone eingesetzt. Verschiedene Wasserlinsenarten reagieren unterschiedlich auf verschiedene Umwelt- und Nährstoff-

bedingungen, d.h. sie können als Zeigerpflanzen eingesetzt werden. So kann man einen sehr genauen Test entwickeln.

Bei der herkömmlichen Auswertung spielen folgende Faktoren eine Rolle:
 Pflanzen Vermehrung: ja/nein



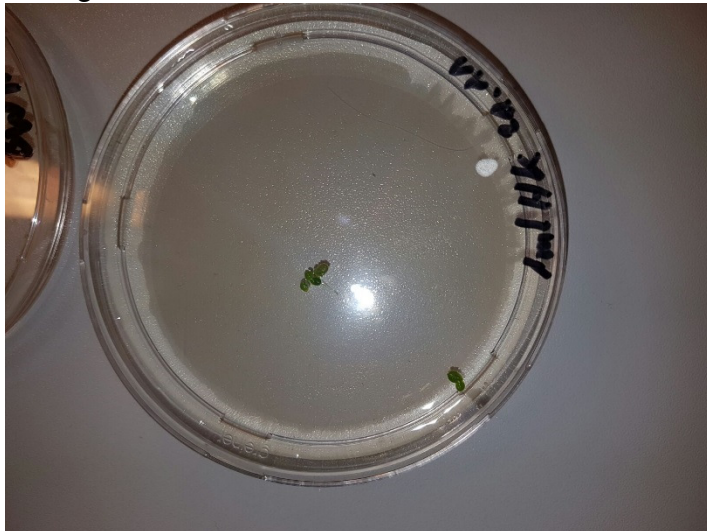
Vermehrungsrate/Pflanzenzuwachs:	ja/nein	Rückschluss Nährstoffgehalt
Wachstumsgröße:	ja/nein	Rückschluss Hormonstoffe in Probe
Farbänderung:	ja/nein	Rückschluss Eisenmangel od.
Überschuss		
Farbänderung Nährlösung	ja/nein	Rückschluss Nährstoff Abbaubarkeit

Beginnend oben links:
 Wasserlinsenart,
 die sich durchgesetzt hat
 Spiro

Probe	1	Projektprobennummer
Spiro	1	271
Wolffia	2	27
Hera	3	361
Gibba	4	362
N952819.11	5	326
LemnaN-M	6	328
LemnaGibbaN-M	7	123
Lando	8	360
Mino623	9	359
Wolffia18.9	10	16

Wie auf dem Bild zu erkennen ist, haben die unterschiedlichen Erden einen erheblichen Einfluss auf die Wasserlinsenkulturen. Die Bezeichnung bildet dabei eine Klassifizierung über den Ansatz der Proben und der Art der Kultivierung. Es handelt sich dabei jedoch um die gleichen Klone von Lemna, Spirodela, Wolffia und Landoltia. Dieser Versuch zeigt sehr deutlich in welcher Hinsicht das Wachstum gehemmt, geschwächt, gestärkt wird oder sogar ein Totalverlust eintritt. Diese Bewertung ist selbst einzuschätzen. Bei der Bewertung kann beachtet werden, dass es sich bei den Lemnacen um einfache Blütenpflanzen handelt. Das Wachstum ist also wie an Kresse oder sonstigen Versuchspflanzen zu bewerten, jedoch nicht vergleichbar mit der Vermehrungsrate der Wasserpflanzen.

Der Versuch zeigt sehr deutlich, dass die Proben 4,5,6,7,9,10 sehr schlechte Vermehrungsraten aufweisen, obwohl 12 verschiedene Klone eingesetzt wurden. Dies weist auf einen erhöhten Hemmstoffanteil hin in unterschiedlicher Ausprägung. Die Probe 3 hat eine tief dunkle Färbung. Es sind dort Stoffe vorhanden, die sehr schlecht abbaubar sind. Eventuell könnte es sich dabei um Kohlepartikel handeln. Die Proben 1,2 und 8 zeigen hohe Vermehrungsraten, allerdings mit jeweils unterschiedlichen Arten auf. Als grobe Auslegung könnte man sagen, dass diese Substrate auch auf dem Acker zu Mehrerträgen führen sollten und pflanzenverfügbare Nährstoffe enthalten. Außerdem sind wenige Hemmstoffe enthalten.



Zusammenfassend wäre festzustellen, dass diese Methode einen neuen innovativen Ansatz darstellt, um dem Praktiker ein Instrument an die Hand zu geben seine eigenen Substrate zu bewerten, indem er z.B. angeimpfte Kunstschalen bekommt und mit 2 g seines Substrats versetzt. Der Einfachheit halber würde man Lemna minor wählen, da diese Art ähnliche Ansprüche wie Kresse aufweist.

Genauere Aussagen lassen sich dann allerdings noch über die unterschiedlichen Arten im Labor feststellen.

Der **erweiterte Kresstest** wurde als weitere praxisnahe Methode beschrieben, um die Qualitäten von Komposten zu prüfen.

In zwei standardisierten Gefäßen wird Kompost eingefüllt zu ca. 1/3 Füllhöhe: Ein Gefäß wird verschlossen, ein Gefäß bleibt offen. Kressesaat wird in beide Gefäße in gleicher Stärke ausgebracht und befeuchtet. Nach wenigen Tagen zeigt sich die Entwicklung, Farbe und Wachstum. Länge und Gewicht können bestimmt werden. Auch der Wiederaustrieb der Kresse nach Beerntung kann beobachtet werden. Je öfter die Kresse austreibt, desto besser ist der Kompost. Der Test kann auch mit Getreide durchgeführt werden. Wir haben eine Testreihe mit Getreide angesetzt für unterschiedliche Komposte mit Gerste. Meines Erachtens gibt es hier auch nur grobe Anhaltspunkte für den Praktiker. Genauer ist auch hier der Wasserlinsentest.

Weiterer Test ist die Humuswertbestimmung:

Trockene Kompostprobe mit einem Mörser fein vermahlen, Wurzeln und Steinchen aussondern und im Reagenzglas mit destilliertem Wasser verschütteln, fehlendes

Wasser auf Strichmarke ergänzen und filtern. Als Reagenz eignet sich auch 2 g Natriumhydroxid auf 1 Liter destilliertes Wasser. Die Farbwerte werden mit Standardfarben verglichen. Der Farbauszug zeigt eine Beziehung zwischen humifizierter organischer Substanz und noch nicht humifizierter organischer Substanz, auch die Wasserlöslichkeit der Huminstoffe kann so näherungsweise bestimmt werden.

Ich habe versucht eine Farbskala für eine unterschiedliche Braunfärbung zu entwickeln und als praxisnahen Ansatz zu nutzen. Dazu wurden 10 Reagenzgläser genutzt. Ein starker schwarzer Kaffee wurde gebrüht und der Humuswert auf 10 gesetzt. Dann wurden jeweils 1 Zehntel entnommen und mit Wasser auf die ursprüngliche Höhe aufgefüllt. Dadurch erhält man 10 unterschiedliche Brauntöne, die jeweils wieder einen Humuswert ergeben. Die geringste Verdünnung entspricht dann dem Humuswert 1.

Dies wurde dann mit Auszügen aus unterschiedlichen Komposten verglichen und ein Humuswert für die Probe festgelegt.

Auch dieser Test hat erhebliche Schwächen und wird von Person zu Person unterschiedlich bewertet. Man erhält auch nur eine Aussage über den wasserlöslichen Anteil der Huminstoffe. Gerade bei einer guten Krümelstruktur im Boden sind diese Huminstoffe in den Krümeln eingebaut und meist nicht wasserlöslich. Zusammen mit Tim Lohff, Bioenergielab wurde ein genauerer Ansatz an 10 Kompostproben erarbeitet und getestet.

Huminstoffbestimmung und IR-Trocknung:

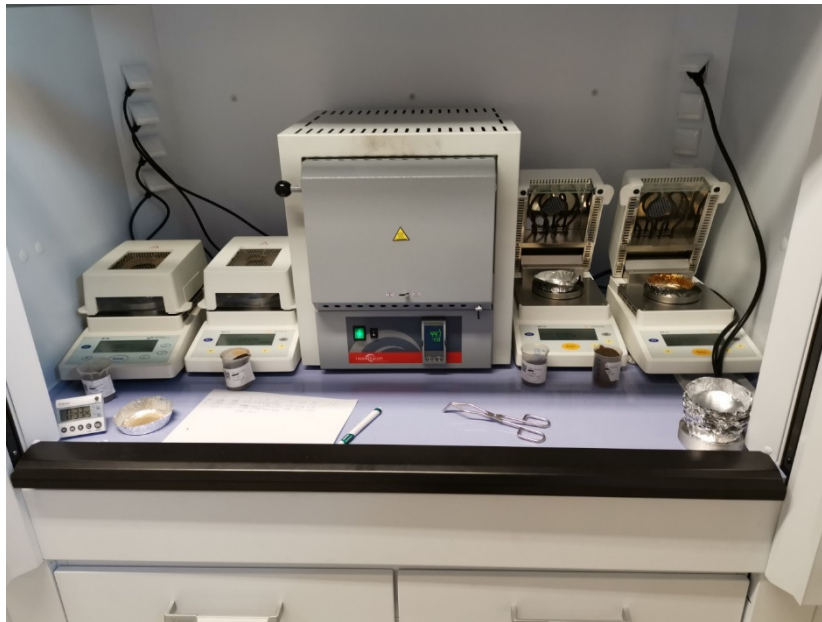
Die Huminstoffbestimmung erfolgte mit den herkömmlichen Satorios Trockenwaagen und einem Labotherm Muffelofen. Die Proben wurden vor der Veraschung getrocknet und im Anschluss bei 450 °C im Muffelofen für 30 Minuten geglüht. Dabei setzt sich die gesamte Organik durch die Verbrennung in gasförmige Bestandteile um und wird somit bei der vorherigen TARE-Bestimmung nicht mit berücksichtigt in Anlehnung an den Glühverlust.

Parallel wurden ebenfalls wieder wässrige Wasserauszüge von den Proben erstellt und diese ebenfalls auf den gelösten organischen Anteil untersucht. Dabei wurde unter anderem auch die Lichtadsorptionsleistung der wässrigen Auszüge mit bestimmt, um die ersichtliche Huminstofflösung photometrisch aufzuzeichnen und über einen Extinktionswert zahlentechnisch darzustellen. Die dabei erstellten Kalibrierkurven sind anbei zu bewerten und zu begutachten.

LEGENDE:

<i>GR</i>	=	<i>Glührückstand</i>	=	<i>Aschegehalt</i>	=	<i>Anorganik</i>
<i>TR</i>	=	<i>Trockenrückstand</i>	=	<i>Feststoffgehalt</i>	=	<i>Wasserfrei</i>
<i>TV</i>	=	<i>Trockenverlust</i>	=	<i>Wassergehalt</i>		
<i>GV</i>	=	<i>Glühverlust</i>	=	<i>organischer Anteil</i>		
<i>Probe 1</i>	=	<i>271</i>	=	<i>TR</i>	=	<i>89</i>
					=	<i>1,853 g</i>
					=	<i>0,409 g</i>
					=	<i>22,072</i>
					=	<i>77,928</i>
						<i>%</i>
						<i>TR</i>
						<i>GR</i>
						<i>%</i>
						<i>GR</i>
						<i>GV</i>
						<i>%</i>

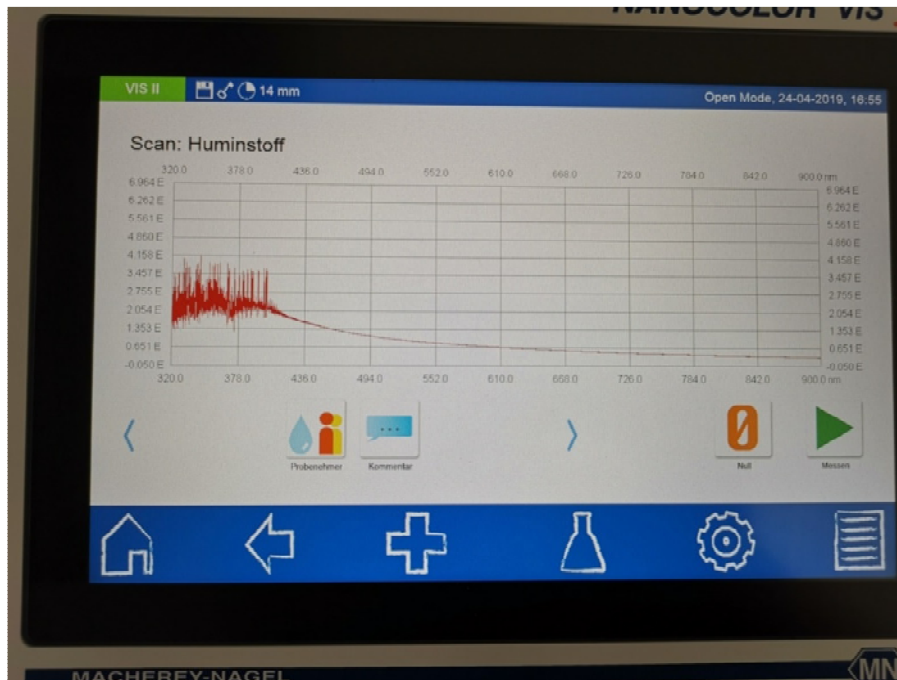
Probe 2	=	27	=	TR	=	90,5	%	
					=	1,785 g	TR	
					=	0,797 g	GR	
					=	44,650	%	GR
					=	55,350	%	GV
Probe 3	=	361	=	TR	=	93,310		%
					=	1,569 g	TR	
					=	0,984 g	GR	
					=	37,285	%	GR
					=	62,715	%	GV
Probe 4	=	362	=	TR	=	92,840		%
					=	1,748 g	TR	
					=	1,020 g	GR	
					=	41,648	%	GR
					=	58,352	%	GV
Probe 5	=	326	=	TR	=	93,100		%
					=	1,466 g	TR	
					=	0,914 g	GR	
					=	37,653	%	GR
					=	62,347	%	GV
Probe 6	=	328	=	TR	=	95,030		%
					=	2,594 g	TR	
					=	1,936 g	GR	
					=	25,366	%	GR
					=	74,634	%	GV
Probe 7	=	123	=	TR	=	94,48	%	
					=	1,476 g	TR	
					=	0,388 g	GR	
					=	26,287	%	GR
					=	73,713	%	GV
Probe 8	=	360	=	TR	=	89,210		%
					=	1,403 g	TR	
					=	0,411 g	GR	
					=	29,294	%	GR
					=	70,706	%	GV
Probe 9	=	359	=	TR	=	95,280		%
					=	1,836 g	TR	
					=	0,355 g	GR	
					=	19,336	%	GR
					=	80,664	%	GV
Probe 10	=	16	=	TR	=	95,560		%
					=	2,441 g	TR	
					=	1,818 g	GR	
					=	22,072	%	GR
					=	74,478	%	GV



Arbeitsplatz mit den jeweiligen Geräten zur Bestimmung des TR, TV, GV und GR

Ebenfalls wurden je 2,000 g Ausgangssubstrat (getrockneter Kompost) in 50 ml Reinstwasser suspendiert und unter Kühlung inkubiert, um die jeweiligen Nähr- und Huminstoffe aus der Erde auszulösen. Die so erstellte Wasser/Erde-Lösung wurde über einen

GF6 (Glasfaserfilter der Filtergröße 6 ($0,45\mu\text{m}$)) filtriert und mit einem Spektralphotometer gegen Reinstwasser die Adsorptionsmessung der höchstmöglichen, adsorbierbaren Wellenlänge gemessen. Diese Wellenlängen werden in den nachfolgenden Bildern dargestellt. Die Bilder sind in der allgemeinen Abfolge der bisherigen Analysen angeordnet und entsprechen somit der Reihenfolge Probe 1-10. Beispielhaft wird nur ein Bild der Probe 1 in diesem Abschlussbericht gezeigt:



Anhand einer Kalibrierkurve kann nun über die Wellenlänge des Lichts eine genaue Angabe des wasserlöslichen Anteils der Huminstoffe angegeben werden. In Verbindung mit der IR Trocknung kann über den Glühverlust eine Aussage über die Kompostreife getroffen werden. Man erhält also eine

Aussage wieviel der enthaltenen Organik wasserlöslich und wieviel fest gebunden ist. Auf den Diagrammen ist gut zu erkennen, dass das Adsorptionsmaximum zwischen 320 und 378 nm liegt. Für Die Folgemessungen wurde daher eine Messgenauigkeitswellenlänge von 341 nm gewählt. Diese wurde in das Photometer einprogrammiert und anschließend die Proben gegen „Null“ (Reinstwasser) gemessen. Folgende Extinktionswerte wurden dabei verzeichnet:

Probe	1	271	=	4,003	nm
Probe	2	27	=	4,555	nm
Probe	3	361	=	4,535	nm
Probe	4	362	=	5,221	nm
Probe	5	326	=	4,184	nm
Probe	6	328	=	4,338	nm
Probe	7	123	=	4,593	nm
Probe	8	360	=	4,587	nm
Probe	9	359	=	3,923	nm
Probe	10	16	=	3,991	nm

Die Proben 9,10 und 1 weisen z.B. einen relativ geringen Anteil an wasserlöslichen Huminstoffen auf und die Probe 7 und 8 einen hohen.

In Anlehnung an die Extinktionsmessung wurden die noch verbleibenden Lösungsreste für die BSB5 Bestimmung und einer TR Bestimmung aufgeteilt. Der TR der Lösungen bestimmt dabei den löslichen Nähr- und Huminstoffanteil und wurde wie folgt aufgezeichnet:

Probe	1	271	=	0,01	%
Probe	2	27	=	0,02	%
Probe	3	361	=	0,02	%
Probe	4	362	=	0,02	%
Probe	5	326	=	0,11	%
Probe	6	328	=	0,01	%
Probe	7	123	=	0,02	%
Probe	8	360	=	0,03	%
Probe	9	359	=	0,08	%
Probe	10	16	=	0,01	%

Die Werte der BSB5 Bestimmung geben Aufschluss darüber, ob noch Sauerstoffzehrende Organik in der Lösung vorhanden ist. Je geringer der BSB5 Anteil ist, desto weiter ist die Rotte voran geschritten. In der Probe 6 und 10 sind kaum noch lösliche Anteile, die einen hohen Sauerstoffwert zum Abbau benötigen. In der Probe 5 und 9 sind deutlich höhere abbaubare Substanzen enthalten.

Abbaugrad ABG5:

Der Abbaugrad „ABG5“ ist eine Labormethode welche von dem BSB5 „Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen“ abgeleitet wurde. Diese Untersuchung zeigt auf, in wie fern noch eine Bodenatmung durch die darin befindlichen Mikroorganismen erfolgt und ist ein direktes Anzeichen auf den Rottegrad und indirekt auf dem Anteil noch vorhandener organisch abbaubarer Stoffe.

Allgemein-Analyse

CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	252	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	18,6	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	1,2	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	5,6	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	0,137	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	22,5	mg/2g

CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	172	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	57	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	17,6	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	27,2	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	0,652	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	69,9	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	220	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	23,5	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	2,2	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	33,2	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	0,735	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	45,7	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	232	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	24,4	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	3,6	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	42	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	0,515	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	53,2	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	256	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	50,6	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	15,2	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	19,2	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	0,637	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	57,2	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	256	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	20,4	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	3,4	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	36,8	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	0,779	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	45,9	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	244	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	52,4	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	3,4	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	18	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	2,85	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	47,6	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	232	mg/2g
Pges	Gesamt-Phosphor	=	113	mg/2g
NH4-N	Ammonium-Stickstoff	=	10,6	mg/2g
NO3-N	Nitrat-Stickstoff	=	24,4	mg/2g
NO2-N	Nitrit-Stickstoff	=	3,78	mg/2g
Ges-N	Gesamt-Stickstoff	=	71,1	mg/2g
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	=	256	mg/2g

<i>Pges</i>	<i>Gesamt-Phosphor</i>	=	17	mg/2g
<i>NH4-N</i>	<i>Ammonium-Stickstoff</i>	=	1,8	mg/2g
<i>NO3-N</i>	<i>Nitrat-Stickstoff</i>	=	26	mg/2g
<i>NO2-N</i>	<i>Nitrit-Stickstoff</i>	=	0,338	mg/2g
<i>Ges-N</i>	<i>Gesamt-Stickstoff</i>	=	32,2	mg/2g
<i>CSB</i>	<i>Chemischer Sauerstoffbedarf</i>	=	244	mg/2g
<i>Pges</i>	<i>Gesamt-Phosphor</i>	=	16,1	mg/2g
<i>NH4-N</i>	<i>Ammonium-Stickstoff</i>	=	1,6	mg/2g
<i>NO3-N</i>	<i>Nitrat-Stickstoff</i>	=	12,8	mg/2g
<i>NO2-N</i>	<i>Nitrit-Stickstoff</i>	=	0,137	mg/2g
<i>Ges-N</i>	<i>Gesamt-Stickstoff</i>	=	30,7	mg/2g

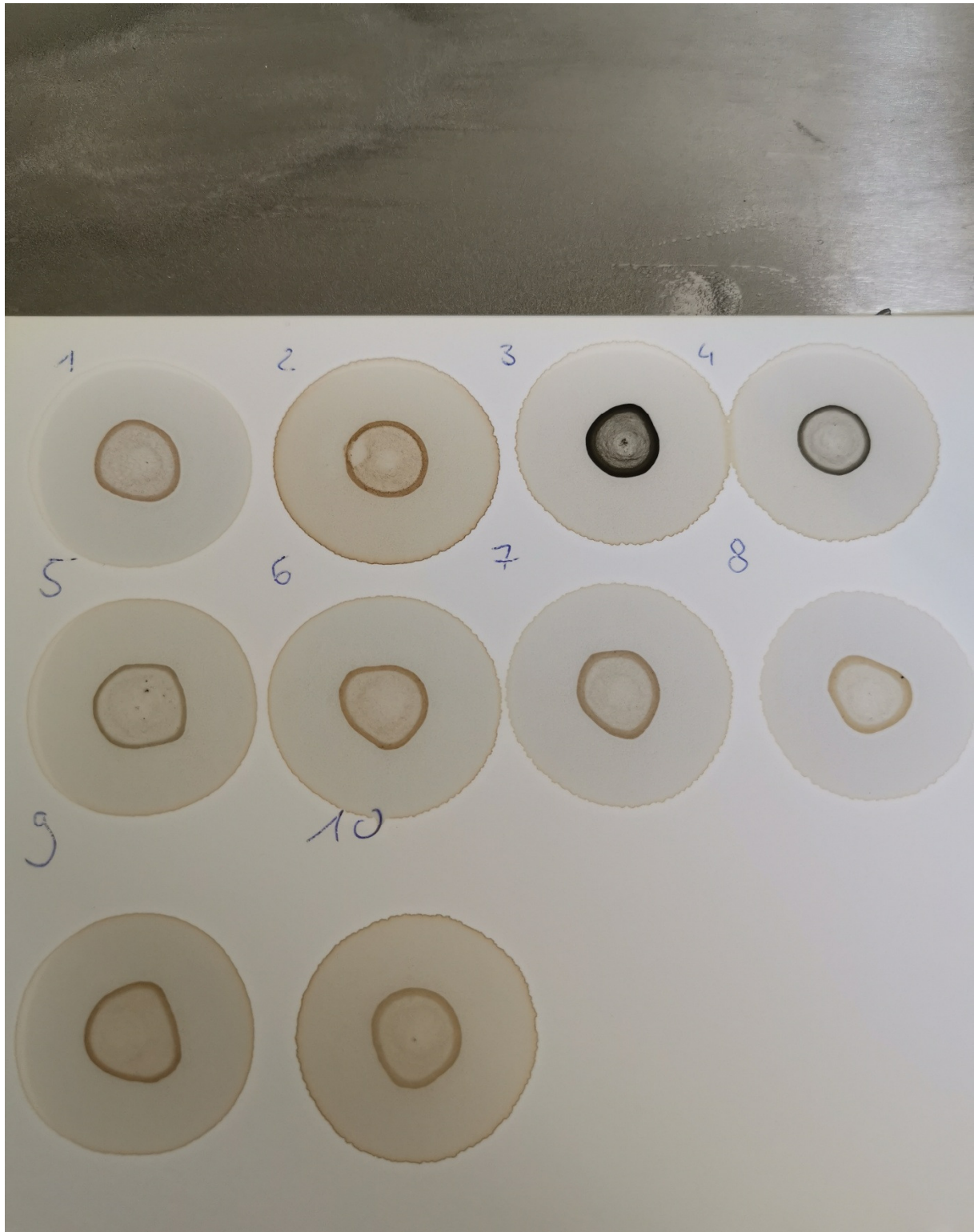
Wenn man die Sollwerte mit denen von guten Komposten nach Urs Hildebrandt vergleicht, sind die Nitritgehalte in allen Komposten zu hoch. Der Nitritgehalt in einem krümelstabilisiertem Kompost sollte nach seiner Erfahrung bei Null liegen. Insgesamt bleibt festzustellen, dass im Labor wesentlich genauer gearbeitet werden kann, als in der landwirtschaftlichen Praxis und die Humuswertbestimmung besser im Labor ermittelt werden sollte.

Chromatische Säulenbestimmung:

Als bildgebendes Verfahren wird die Papierchromatographie immer wieder für die Qualitätsbestimmung von Komposten genannt. Da es darüber nur noch sehr wenig Literatur gibt, wurde in Zusammenarbeit mit Tim Lohff die chromatographische Säulenbestimmung entwickelt.

Die Chromatische Säulenbestimmung erfolgt über eine mit Kieselgur beschichtete DC Dünnschichtplatte. Die Laufgeschwindigkeit, sowie die dabei auftretende Phasenabgrenzung, werden fotografisch dargestellt und bewertet. Dabei lassen sich verschiedenen Phasen der Huminstoffe und feinstverteilten Partikel erkennbar machen.

Bei der chromatographischen Säulenbestimmung erfolgt ebenfalls eine visuelle Betrachtung und Bewertung der Proben. Bei diesem Verfahren werden die Partikelgrößen voneinander getrennt und es lassen sich einzelne Bestandteilsfragmente im Boden bestimmen. Die zu dieser Untersuchung dazu gehörigen Bestimmungen folgen anschließend in Bildform. Bei den verwendeten Platten handelt es sich um eigens hergestellte Dünnschicht-Aluminiumplatten, welche mit einer dünnen Schicht von Silicagel beschichtet sind. Diese ist sehr fein, jedoch weist diese auch ein hohes Aufnahmevermögen auf.



In der chromatischen Säulenbestimmung sind deutliche Unterschiede der einzelnen Proben erkennbar. Besonders auffallend ist die Probe 3. Anscheinend sind dort Feinanteile enthalten, die schwarz sind (ev. Kohleanteile). Für diese bildschaffende Methode gilt es noch ein Kalibriersystem zu entwickeln, welches besonders gute mit schlechten Komposten vergleichbar macht.

Insgesamt gilt es in weiteren Schritten aus den Untersuchungsmethoden ein System zu entwickeln, um qualitativ hochwertige Komposte von minderwertigen zu unterscheiden. Durch die Entwicklung dieser innovativen Untersuchungsmethodik für Komposte kann nun eine Vielzahl von Werten bestimmt werden. Diese müssen

kalibriert und in das richtige Verhältnis gesetzt und mit Erfahrungswerten aus der Praxis verglichen werden. Dies würde allerdings den Rahmen des EIP-Projekts sprengen und war im Vorwege auch nicht so vorgesehen. Daher konnte in diesem Rahmen nur ein exemplarisches Vorgehen an 10 Kompostproben als Beispiel aufgezeigt werden.

Eine Abschließende Untersuchung der Enzymaktivität war bei allen Proben fehlerhaft als auch nicht nachweisbar. Dies kann evtl. daran liegen, dass die Proben thermisch behandelt wurden, oder sonstige Einflüsse aufgetreten sind. Für die Bestimmung des Enzymaktivitätstest muss ausreichend frisches, bzw. nicht überlagertes Substrat für die Untersuchung vorliegen. Da diese Ergebnisse negativ ausgefallen sind, werden diese in diese Auswertung nicht mit einbezogen. Insbesondere dieser Test könnte für den Praktiker relevant werden, da er damit einen indirekten Nachweis für die biologische Aktivität seiner Probe hat. In der Praxis würde man die Probe mit der Nachweislösung versetzen und kann vor Ort mit einer Kalibrierkurve vergleichen, wie stark die Probe biologisch aktiv ist.

Als Ergebnis des Qualitätsmanagements bleibt festzuhalten:

- Die Komposte waren höchst unterschiedlich und die Nährstoffversorgung der Böden auch. Die Proben waren zu variabel. Einige Komposte hatten einen hohen mineralischen Erdanteil, andere einen hohen organischen Anteil. Das bedeutet, dass der organische Anteil bei einigen Komposten schon zum großen Teil veratmet wurde und so zum Humusaufbau wenig geeignet erscheint.

Die klassische Nährstoffversorgung in den Böden sollte zunächst einmal auf ein Niveau gebracht werden, dass höhere Erträge zulässt. Das gilt für den pH-Wert und alle Grundnährstoffe sowie die Spurenelemente.

- Wir sehen eine mögliche Ertragssteigerung von 10 bis 15 % durch den Einsatz von Kompost in den gesetzlich erlaubten Mengen von 10 to TM pro ha und Jahr. Auch eine Grundversorgung der Böden mit Phosphor, Kali und anderen Elementen ist durch den Einsatz von Komposten gewährleistet. Auch die längerfristigen Vorteile von Humus, Wasserhalterfähigkeit, Schutz vor Erosionen etc., können durch Komposteinsatz verbessert werden. Besonders in Zeiten eines Klimawandels mit Starkregenniederschlägen und Dürreperioden sorgt der Einsatz von guten Komposten für eine Ertragsstabilität.
- Das besondere Problem in Schleswig Holstein ist der kalte Boden im Frühjahr. Die Lichtintensität ist da, aber der Boden hat häufig bis Ende Mai Temperaturen von unter 6 Grad Celsius. Die Mikrobiologie kann unterhalb von 6 Grad Celsius keinen pflanzenverfügbaren Stickstoff zur Verfügung stellen. Dadurch kommt es häufig zu Stickstoffmangelercheinungen im zeitigen Frühjahr. Der Stickstoff im Kompost ist nur zu einem geringen Teil verfügbar, so dass es regelmäßig zu Mangelercheinungen kommt.
- Das entspricht auch den bisherigen Erfahrungen der Biolandwirte, die regelmäßig ein höheres Ertragsniveau über Jahre erreichen. Diese Bauern haben Rinder oder eine Biogasanlage, so dass im Frühjahr Gülle oder Gärsubstrat zur Verfügung steht. Außerdem bauen Sie in der Fruchtfolge mindestens 2 Jahre intensiv genutztes Klee gras an und machen keine ackerbaulichen Fehler (nasses pflügen, zu früher Einsatz der Gülle etc.).

Eine neue Möglichkeit für die Untersuchung von Komposten ist ohne entsprechende Laboranalytik in der Praxis nicht zu leisten. Es wurden Lösungsansätze vorgestellt, um die biologische Aktivität von Komposten besser beurteilen zu können. Diese sollten weiter entwickelt und entsprechend kalibriert werden.