HOCHSCHULE
WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme
Studiengang: Landwirtschaft
Vertiefung: ökologische Landwirtschaft

Studienarbeit im Rahmen der Berufsfeldphase bei der
Christoph Fischer GmbH

Effektive Mikroorganismen in der Landwirtschaft

Mikrobielle Milieusteuerung und Gülleaufbereitung

erstellt von:

Sophia Kremser
Riedberg 1
83737 Irschenberg
sophiakremser@gmail.com

November 2019

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis IV
Abkürzungsverzeichnis IV

1 Einleitung 1

2 Effektive Mikroorganismen 1

2.1 Dominazprinzip 1
2.2 Fermentationsprinzip 2
2.3 Antioxidative und regenerative Wirkung 3
2.4 Kommunikative Wirkung 3
2.5 Energiesystematik 4
2.6 EM Wirkung 4

3 Bakterien und Eigenschaften 5

3.1 Milchsäurebakterien 5
3.2 Photosyntesebakterien 5
3.3 Hefen 7
3.4 Saccharomyces Cerevisiae 7

4 Herstellung EM 7

5 Anwendungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft 8

5.1 Gülleaufbereitung nach dem „Rosenheimer Projekt“ 8
5.2 Praktische Umsetzung 8
5.2.1 EM-aktiv 9
5.2.2 RoPro-Lit Urgesteinsmehl 9
5.2.3 Karbosave - aktivierte Pflanzenkohle 9

6 Kosten Gülleaufbereitung 10

7 Zusammenfassung Ergebnisse: Umfrage zum Thema Gülleaufbereitung 11

8 Diskussion 13

9 Fazit 14

Literaturverzeichnis 16

Anhang 18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, Informationsblätter EM-Tage 2019, EM-Chiemgau, Christoph Fischer GmbH 5
Abbildung 2, Informationsblätter EM-Tage 2019, EM-Chiemgau, Christoph Fischer GmbH 6
Abbildung 3, Die poröse Struktur von Pflanzenkohle, als ideale Besiedlungsfläche für Mikroorganismen (Joseph S. und Yamamozo aus Biokohle in der Landwirtschaft – Wertstoffgewinnung durch Pyrolyse von Schmidt H., Delinat-Institut für Ökologie und Klimafarming, Schweiz) 10
Abbildung 4, Kostenberechnung Aufwandmengen, zzgl. Versandkosten und Pfand 10
Abbildung 5, Durchschnittliche Anzahl der Anwendungsjahre der Gülleaufbereitung (n=28) 11
Abbildung 6, Einschätzung des Erfolges der Gülleaufbereitung 11
Abbildung 7, Mehrfachnutzen der Gülleaubereitung nach dem "Rosenheimer Projekt" 13

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
°C	Grad Celsius
CFKE	Chiemgauer Fermentierter Kräuterextrakt
CLA	Chinablau-Lactose-Agar
dt	Dezitonne
ECBO	Enteric Cytopathic Bovine Orphan Virus
EM	Effektive Mikroorganismen
ggf.	gegebenenfalls
GmbH (GesmbH)	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ha	Hektar
HandelsgesmbH	Handelsgesellschaft mit beschränkter Haftung
inkl.	inklusiv
Lfl	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
lat.	lateinisch
m^2	Quadratmeter
m^3	Kubikmeter
mm	Millimeter
MwSt.	Mehrwertsteuer
pH	pondus Hydrogenii
RNS	Ribonukleinsäure
zzgl.	zuzüglich

1 Einleitung

Mikroorganismen (Bakterien, Archaeen, Pilze, Mikroalgen und Protozoen) sind in der Welt allgegenwertig. Sowohl Mensch, Tier und Pflanzen leben in Wechselwirkung mit Ihnen. Ein mikrobielles Milieu kann lebensfreundliche und zugleich lebensfeindliche Bedingungen schaffen. Durch Eingriffe seitens des Menschen kann die Mikrobiologie beeinflusst und in eine gewünschte Richtung gesteuert werden.
Mikroorganismen siedeln sich an den Oberflächen von Pflanzenteilen an, dringen teilweise in die Pflanzen ein oder leben als Endophyten vollständig in ihnen. Sie leben auch auf Tieren, bilden Bakteriengemeinschaften im Verdauungstrakt. Der menschliche Körper ist normalerweise von zahlreichen Mikroorganismen besiedelt. Etwa 10^{12} Mikroben leben auf der Haut, das sind mehr, als Humanzellen vorhanden sind. Sie besitzen eine hohe Bedeutung in der Umsetzung organischer Substanz und als Nährstoffspeicher. Im Wesentlichen spielen sie eine Rolle im biotischen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorkreislauf. (Fritsche 2016)

2 Effektive Mikroorganismen

Der Begriff "Effektive Mikroorganismen" (EM) wird verwendet, um eine bestimmte Mischkultur von nützlichen Mikroorganismen zu bezeichnen. Im allgemeinen gibt es drei Arten von Mikroorganismen: die abbauenden/degenerativen, die opportunistischen und die aufbauenden/regenerativen Mikroorganismen (Higa 2003). Die dem EM zu Grunde liegenden Wirkmechanismen basieren auf dem Dominanz-, Fermentationsprinzip, sowie kommunikative und antioxidative Prozesse und dem allgemeinen Energieerhalt in einem System. EM können in jeder Lebenslage genutzt werden. Als Reinigungsmittel, Kosmetik, probiotisch zum Aufbau der Darmflora, gegen Algenwachstum zur Gewässerpflege und Unterstützung von Klärsystemen, im Garten- und Landschaftsbau und in der Landwirtschaft.

2.1 Dominanzprinzip

Der Entwicklung des mikrobiellen Milieus liegt das Naturgesetz der Polarität zugrunde (Lorch und Zschocke 2006). Der größte Anteil der Bakterien, 90 %, gehören der Gruppen der opportunistischen Mikroben an. Sie schließen sich dem dominanteren Anteil der restlichen Mikroorganismen an. Entscheidend sind die, die zu mehr als 5 % vorkommen, die regenerativen oder die degenerativen Mikroben. Sie bestimmen in welche Richtung das Milieu sich entwickelt. Entweder schwenkt das Milieu in ein abbauendes, degeneratives oder in ein aufbauendes, regeneratives Klima. Laut Teruo Higa bestimmt die Umwelt, welche Art vorherrschen wird. In der heutigen Landwirtschaft entsteht durch eine übermäßige Anwendung von Kunstdünger, faulender Gülle und chemischen Bekämpfungsmitteln eine Umwelt, in der abbauende Mikroorganismen vorherrschen (Higa 2003).
Auf diesem Prinzip funktionieren auch die Reinigung und Verdrängung von pathogenen Keimen. Bei einer Desinfektion beziehungsweise abtöten sämtlicher Mikroorganismen, kommt

es zu einer exponentiellen Vermehrung der Bakterien, die zuerst den Anteil von > 5 % in einem Milieu erreichen. Bei einem gezielten Eingriff durch EM kann das Milieu in eine Richtung lebensfreundlicher Bedingungen gesteuert werden.

2.2 Fermentationsprinzip

„Fermentation oder Fermentierung (lat. fermentum: „Sauerteig“) bezeichnet in der Biotechnologie die Umsetzung von biologischen Materialien mit Hilfe von Bakterien-, Pilz- oder Zellkulturen oder aber durch Zusatz von Enzymen (Fermenten). Dabei beschreibt die ursprüngliche Begrifflichkeit die biologische Reaktion unter Ausschluss von Luft. […]
Die Gärung läuft ausschließlich anaerob ab. Fälschlicherweise wird gelegentlich Gärung auch als Synonym für Fermentation benutzt. Letztere schließt aber sowohl aerobe Vorgänge […] als auch gänzlich andere mikrobielle oder autolytische enzymatische Prozesse […] ein.“ (Breuer und Stürmer 2006)
Die gewünschte Fermentation findet bei einem bestimmten vorherrschenden Mikrobenmilieu statt. Dabei werden komplexe, organische Verbindungen in kleinere organische und anorganische Bestandteile zerlegt. Zugleich werden durch die Mikroorganismen Stoffwechselprodukte produziert, wie verschiedene natürliche Antibiotika, Hormone, Vitamine, Enzyme (Fermente), Antioxidantien und weitere erzeugt. Diese dienen der Pflanzenernährung (Higa 2003) und der Belebung des Bodens. Bei einem ausgewogenen Mikrobenmilieu können pathogene Keime unterdrückt werden. Der Energieverluste im System bleiben durch die antioxidative Wirkung relativ gering (Higa und Parr 2003).
„Fäulnis ist der Prozess, bei dem bestimmte Mikroorganismen Eiweiße anaerob abbauen, wobei faul riechende und nicht komplett abgebaute Stoffwechselprodukte entstehen, die meist giftig für Pflanze und Tier sind (Ammoniak, Indole, Skatole, Merkaptane, Wasserstoffsulfid, Methan). Ferner werden diese Produkte wieder in anderen schädlichen und relativ unlöslichen anorganischen Substanzen umgesetzt. Wenn jedoch photosynthesische Mikroorganismen anwesend sind, können diese unter anaeroben Umständen die produzierten Fäulnisprodukte benutzen, um wertvolle Stoffe zu produzieren. Der Fäulnisprozess kann in einen Reifeprozess umgewandelt werden.“ (Higa und Parr 2003)
„Oxidation ist ein Prozess, bei dem bestimmte Mikroorganismen organische Moleküle aerob abbauen. Hierbei entstehen lösliche anorganische Nahrungsstoffe, die direkt von der Pflanze aufgenommen werden können.“ (Higa 2003) Es kommt zur vollständigen Oxidation eines Substrates und dem Freiwerden großer Mengen von Energie, Gas und Hitze mit dem Endprodukten Kohlendioxid und Wasser (Higa und Parr 2003).

Bislang wurde zwischen Gärung, Rotte und Fäulnis kaum unterschieden. Neuerdings wird die Fäulnis differenzierter betrachtet, da sie durch große Hitzebildung und Gasverluste lebendig gewesenen organische Substanzen vernichtet und schädliche Zwischenprodukte für Pflanze, Mensch und Tier bildet. (Higa 2003). Bis aus diesem Prozess eine wachstumsfreundliche Umgebung entsteht, bedarf es viel Zeit und hohe Energieverluste.

Laut der Christoph Fischer GmbH, versteht man unter der Fermentation eine Stoffsynthese. Organik wird durch Fermentationsprozesse aufgeschlossen, wobei viele bioaktive Substanzen entstehen (Christoph Fischer GmbH). Ziel ist es diese degenerativen Prozesse zu stoppen und das Milieu in die Regenerative zu steuern.

2.3 Antioxidative und regenerative Wirkung

Freie Radikale entstehen bei jeglicher Atmung von lebenden Organismen. Sie sind hoch reaktive Sauerstoffionen, die ein ungepaartes Elektron in der äußeren Schale aufweisen. Bis zu einem gewissen Grad sind sie tolerierbar aufgrund ihrer immunologischen Wirkung. In übermäßiger Menge sind sie stark zellschädigend und die Ursachen des Alterungsprozesses. (Rensing und Gosslau; Higa und Parr 2003) In einer oxidativen Umgebung können sich Pytho-, Zoo- und Humanpathogene rasch Ausbreiten, da die Pathogene einen oxidativen Wiederstand besitzen, beziehungsweise selber freie Radikale produzieren. Lebendige Organismen wie Pflanzen, Tiere und der Mensch besitzen in der Regel eine antioxidative Wirkung/Abwehr (Higa und Parr 2003), die aber häufig durch Umwelteinflüsse gestört ist. EM produzieren aufgrund ihres Stoffwechsels Antioxidantien und fördern reduktive Prozesse, mit dem Ziel einen Gleichgewichtszustand herzustellen. (Christoph Fischer GmbH; Dartsch Scientific GmbH 2010).

2.4 Kommunikative Wirkung

„Bakterien besitzen auf den Außenwänden Rezeptoren für unterschiedliche Stoffe, die über einen Impuls bis ins Innere ihre Aktivitäten regeln: Bewegungen, Vermehrung, Stoffwechselwege, Genübertragung und alles andere. Als Botenstoffe dienen Substanzen, die von anderen Bakterien, aber auch durch Pflanzen-, Tier- und jede andere Zelle abgegeben werden oder sich im Milieu befinden. Die Möglichkeit, dass alle Bakterien mit den passenden Rezeptoren auf einen Reiz reagieren und ihr Verhalten gleichzeitig danach ausrichten können, nennt man "Quorum Sensing". Auf diese Weise wird unter anderem ihre Besiedlungsdichte geregelt: Nimmt die Botenstoffdichte ab, weil zahlreiche Bakterien abgestorben sind, wird dies von den Bakterien erkannt, woraufhin sie ihre Verdopplungsrate erhöhen. Mit zunehmender Besiedlung nimmt die Dichte an Botenstoffen wieder zu, und die Verdopplung wird daraufhin wieder auf das angemessene Niveau herabgesetzt. […] Auch durch den Austausch von Lichtquanten und Elektronen informieren sich Einzeller untereinander über die Bedingungen, Lebewesen, deren Bedürfnisse und das Geschehen in ihrer Umgebung. Da dieser Austausch nicht örtlich beschränkt ist, ist ihre Kommunikation grundsätzlich grenzenlos“ (Hacker et al. 2000; Zschocke 2014)

Nach Christoph Fischer GmbH erfolgt die Kommunikation durch Biophotonen oder dem Austausch von Eiweißen in Form von RNS (Ribonukleinsäure). Durch Umweltgifte wie Antibiotika oder Desinfektionsmittel werden Teile dieser Kommunikationskette vernichtet und der Informationsfluss unterbrochen. Die in EM enthaltenen Mikroben können diese Systeme wiederaufbauen. Der Ablauf von Stoffwechselprozessen wird somit wieder besser koordiniert.

2.5 Energiesystematik

Als zentrale Energiequelle dient die Sonneneinstrahlung. Bezüglich der Funktion der Mikroorganismen, gilt es den Grundsatz der Energieerhaltung zu berücksichtigen. Um Bodenfruchtbarkeit zu steigern/erhalten dienen die aufbauenden EM dem Erhalt der Energie in Form von organischer Substanz. Im Gegensatz dazu fördern die abbauenden Bakterien eine Zerstreuung der Energie, wie zu Beispiel bei der Entstehung sehr hoher Temperaturen und der Bildung von freien Radikalen. Um eine Umkehrung der Entropie zu erzeugen, ist ein mikrobiell „aufbauendes“ Milieu von hoher Bedeutung.

2.6 EM Wirkung

„EM beeinflusst die mikrobielle Umwelt in der Art, dass die aufbauenden Mikroorganismen vorherrschend werden. Dadurch wird eine Umwelt geschaffen, in der Mikroorganismen mittels Fermentation eine positive Rolle in Bezug auf Pflanzenwachstum, -qualität und Bodenfruchtbarkeit spielen. Fermentativer Abbau wird stimuliert und Fäulnis verschwindet, wodurch weniger Energie verloren geht. Ein Boden, in dem die aufbauenden Mikroorganismen vorherrschen, kann optimale Produktionsniveaus schaffen, Krankheiten unterdrücken und Produkte von höherer Qualität erzeugen.“ (Higa 2003)
EM unterdrücken schädliche und krankheitserregende Bakterien. Laut Laboruntersuchungen vom Institut für Bakteriologie und Mykologie der Universität Leipzig, degradiert die Anwendung von EM, bakterielle Pathogene wie *Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli* 0157, *Salmonella anatum* und *Salmonella senftenberg* und das Enteric Cytopathic Bovine Orphan Virus (ECBO); auch Spulwurmeier waren nach achtwöchiger Fermentation nicht mehr überlebensfähig. Der Degradierungsprozess ist nicht ausschließlich pH-assoziiert (Krüger 2011), wobei dies ein zusätzlicher nützlicher Faktor ist, da viele pathogene zur Vermehrung einen pH größer vier benötigen (Mahler 2004).
Laut der Christoph Fischer GmbH fördern die eingesetzten Mikroorganismen die Umsetzung von organischem Material und stellen das natürliche Gleichgewicht in einem System beziehungsweise Ökosystem (Hartsteinwerk Kitzbühl GesmbH 2019) wieder her. Dadurch werden Fäulnis, Gestank, Krankheiten und andere degenerativen Prozesse vermindert. Die Effektiven Mikroorganismen produzieren sowohl energiereiche, für weitere Organismen leicht verwertbare Stoffe, zum Beispiel organische Säuren, Alkohole, Glucosen, Aminosäuren, Vitamine, Antioxidantien (unter anderem. Vitamin E, Flavoide, Enzyme, …). Bei den Umwandlungsprozessen entstehen keine schädlichen Nebenprodukte wie Toxine, Ammoniak oder Schwefelwasserstoffe.(Christoph Fischer GmbH) Mikrorganismen bauen Schadstoffe ab (Margesin et al. 1995; Raphael 1997) und unterdrücken gleichzeitig Fusarium, was folglich die Nematoden Vermehrung verhindert (Hartsteinwerk Kitzbühl GesmbH 2019).

3 Bakterien und Eigenschaften

In EM leben über 80 verschiedene Arten von aeroben und anaeroben Mikroorganismen. Wobei die einen von den Stoffwechselprodukten der Anderen leben. Die wichtigsten Vertreter sind Milchsäurebakterien, Photosynthesebakterien und Hefen.

3.1 Milchsäurebakterien

Milchsäurebakterien vergären Glucose zu Milchsäure. Das führt zu seinem starken Absinken des pH-Wertes in der EM-Lösung, was auch die Haltbarkeit der Produkte gewährleistet. Das saure Milieu hemmt die Entstehung von Fäulnisbakterien und Schimmelpilzen (Zschocke 2014). Lactobacillen spielen auch eine entscheidende Rolle in der Silageproduktion.

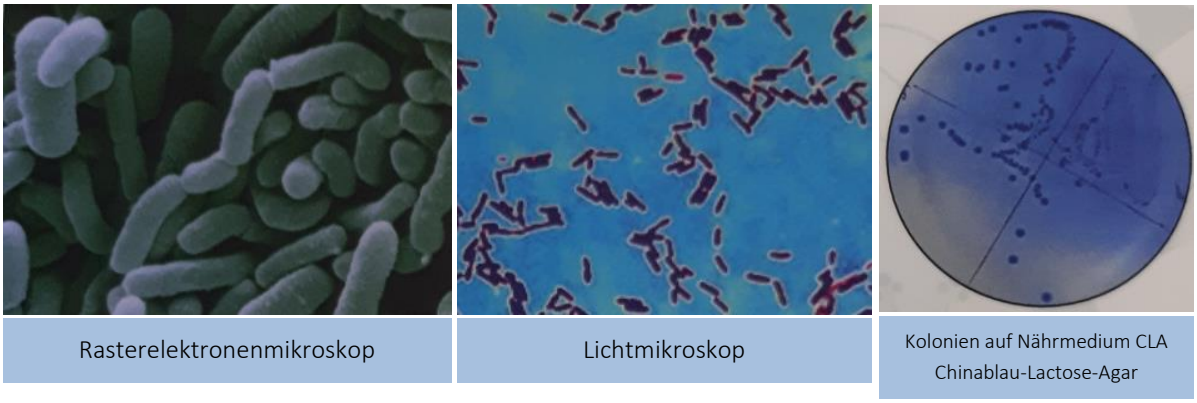


Abbildung 1, Milchsäurebakterien unter dem Mikroskop (Christoph Fischer GmbH)

<u>Taxonomie:</u>

Domäne: Bacteria (Clostridium-Zweig)
Abteilung: Firmicutes (grampositiv)
Klasse: Bacilli
Ordnung: Lactobacilliales
Familie: Lactobacilliaceae
Gattung: Lactobacillus, Pediococcus, …
Art: Lactobacillus acidophilus
(Bischoff 2009)

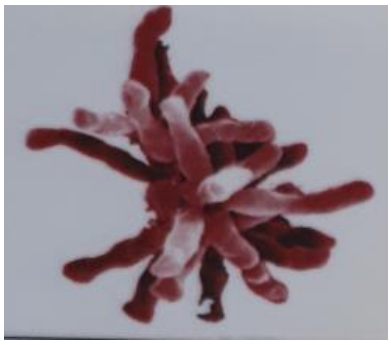
<u>Eigenschaften:</u>

Sauerstoffbedarf: Fakultativ anaerob / aerotolerant
Wachstumsbereich: Optimum 30-40 °C, pH 3,5 - 6,4
(Christoph Fischer GmbH)

3.2 Photosyntesebakterien

Photosynthesebakterien betreiben eine anaerobe Photosynthese. Dadurch besitzen sie die Fähigkeit Fäulnissubstanzen wie Schwefelsäure abzubauen und Böden zu entgiften. Diese

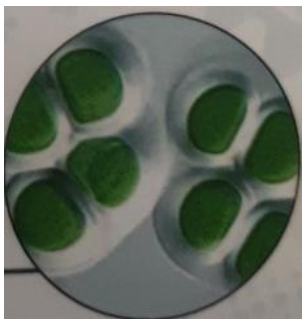
Bakterien besitzen auch ein Stickstoffhaltevermögen. In Verbindung mit Azotobakter kann ihre Leistungsfähigkeit noch erhöht werden. (Higa und Parr 2003)



Rasterelektronenmikroskop

Lichtmikroskop

Rhodospeudomonas palustris, Sistrom´s minimal Agar



Cyanobakterium Synechocystis sp. Lichtmikroskop

Abbildung 2, Photosynthesebakterien unter dem Mikroskop (Christoph Fischer GmbH)

Wie der Name verspricht betreiben Photosynthesebakterien Photosynthese, um Energie zu produzieren. Jedoch gibt es hier zwei völlig verschiedene Gruppen: Rhodospirillales und Cyanobakterien. Rhodospirillales betreiben Photosynthese, ohne dabei Sauerstoff zu produzieren. Hierbei setzen sie Schwefelwasserstoffe um oder fixieren Stickstoff.
Cyanobakterien sorgten vor mehr als 2,5 Milliarden Jahren für die Sauerstoffanreicherung unserer Atmosphäre. Sie betreiben also eine Art von Photosynthese, die derer von Pflanzen sehr ähnlich ist und produzieren Sauerstoff.
„Diese Bakterien erzeugen, nützliche Substanzen aus Sekreten von Wurzeln, organischem Material oder aus schädlichen Stoffen, die bei Fäulnisprozessen entstehen. Diese brauchbaren Substanzen fördern Wachstum und Entwicklung der Pflanzen. Die Photosynthesebakterien sind jedoch Dreh- und Angelpunkt. Sie unterstützen die Aktivität von anderen Mikroorganismen und verwerten die anderen Mikroorganismen produzierten Substanzen. Auf diese Weise steigern Photosynthesebakterien im Boden die Anzahl anderer wirksamer Mikroorganismen, wie Mykorrhiza. Diese verstärkt die Löslichkeit von Phosphaten im Boden und macht es dadurch pflanzenverfügbarer. Mykorrhiza kann die Bindefähigkeit von Stickstoff durch Leguminosen steigern.“ (Hartsteinwerk Kitzbühl GesmbH 2019)

<u>Eigenschaften:</u>
Sauerstoffbedarf: aerob/anaerob
Sauerstoffproduzent
Wachstumsbereich: variabel

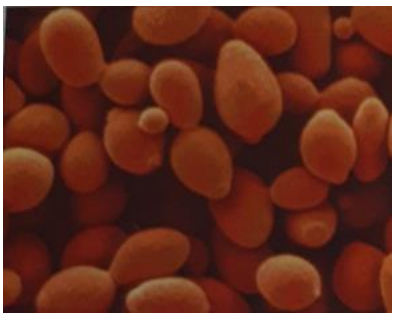
Vorkommen: Boden und Gewässer
(Christoph Fischer GmbH)

3.3 Hefen

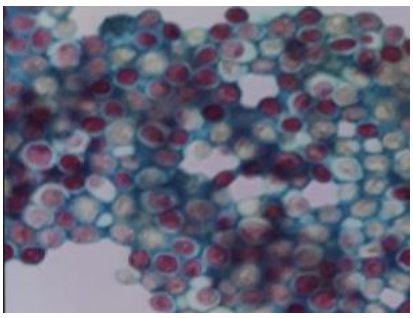
Hefen sind einzellige Pilze, die aerobe Bedingungen benötigen. Sie sind in der Lage, ihren Stoffwechsel bei Sauerstoffmangel auf Gärung umzustellen (Krämer 2007). Hefen schaffen durch ihren Sauerstoffverbrauch günstige Bedingungen für die anaeroben Mikroorganismen. „Die Hefen produzieren Substanzen, wie Hormone und Enzyme, aktivieren die Zell- und Wurzelteilung. Ihre Absonderungen sind nützliche Substrate für aktive Mikroorganismen, wie Milchsäurebakterien.“ (Hartsteinwerk Kitzbühl GesmbH 2019)

3.4 Saccharomyces Cerevisiae

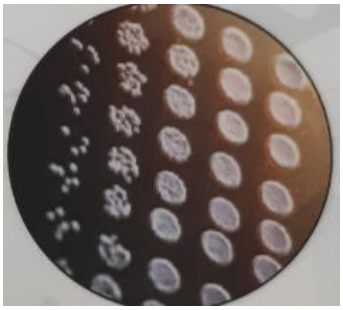
Gehören zu der Gruppe der Hefepilze (klassische Bäcker-, Wein- und Bierhefe). Häufig verwendet werden Saccharomyces als probiotischer Arzneistoff zur Unterstützung der Darmflora. Aber auch in der Abwasserklärung haben die Einzeller eine große Bedeutung indem sie Schwermetalle, wie Zink oder Kupfer herausfiltern können.



Rasterelektronenmikroskop



Lichtmikroskop



Kolonien auf Nährmedium YGC-Agar Hefeextrakt-Glucose-Chloramphenicol-Agar

Abbildung 3, Saccharomyces Cerevisiae unter dem Mikroskop (Christoph Fischer GmbH)

<u>Eigenschaften:</u>
Wachstumsbereich: 0-30 °C, Wachstum bei 35-42 °C variabel. Kein Wachstum bei 45 °C; pH 1,5 - 8,5; Optimum: um pH 5

(Christoph Fischer GmbH)

4 Herstellung EM

Zur Herstellung der Produkte von EM-Chiemgau wird eine Urlösung von der Multikraft Produktions- und HandelsgesmbH, die aus den entsprechenden Mikroorganismen besteht, verwendet.

Diese enthält eine Vielzahl von in der Natur vorkommenden Mikroorganismen (siehe 3.1 bis 3.4). Zusätzlich sind noch andere für Pflanzen und Boden nützliche Mikroorganismen enthalten. Die Organismen in der Urlösung sind inaktiv beziehungsweise in einem Ruhezustand. Durch Zugabe von Zuckerrohrmelasse und Wasser werden diese wieder aktiviert.
Bakterien benötigen zur Vermehrung ein Nährmedium. Dazu dienen vorwiegend Kohlenhydrate in Form von Zuckerrohrmelasse in Wasser gelöst. Bakterien sind ab einer Temperatur von 6 °C bereits aktiv. Die ideale Vermehrungsrate besteht bei einer Temperatur zwischen 25 - 37 °C. Zusätzlich sind anaerobe Bedingungen nötig. Da bei der Fermentation unter Luftabschluss ein leichter Überdruck entsteht, ist ein Gärspund oder Überdruckventil nötig. Zu Beginn der Fermentation wird der noch vorhandene Sauerstoff von Hefen umgesetzt. Weiterhin können sich anaerobe Bakterien vermehren. Der pH-Wert sinkt auf circa 3,5. Die Produktionsdauer beträgt 7 - 14 Tage. Ein süß-säuerlicher Geruch ist kennzeichnend.

5 Anwendungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft sind die aktuell geläufigsten Anwendungen die Gülle- und Mistaufbereitung, Stall-, Tierhygiene und -fütterung, sowie die Pflanzen- und Bodenernährung. Die Gülleaufbereitung nach dem Konzept der Firma Christoph Fischer GmbH wird im Folgenden näher erläutert.

5.1 Gülleaufbereitung nach dem „Rosenheimer Projekt“

Viele Landwirte schenken der anfallenden Gülle wenig Beachtung. Wenigen ist bewusst das Gülle nicht gleich Gülle ist und es signifikante Qualitätsunterschiede gibt. Mehrere Aspekte lassen die Gülle in ein negatives Licht rücken: unangenehmer Geruch aufgrund von Methan (CH_4), Ammoniak (NH_3), Schwefelwasserstoff (H_2S), Phenole und weitere.; Umweltbelastung durch Ammoniak, Lachgas (N_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2), Nährstoffanreicherung im Grundwasser und Eutrophierung, aufgrund von Nitrat (NO_3^-).
Oxidative Substanzen sind in der Lage, große Mengen freier Radikale zu produzieren. Beispiele dafür sind Mineraldünger, Pflanzenschutzmittel, aggressive Reinigungsmittel, Nahrungsadditive, Abgase aus Verkehr und Industrie, aber auch faulende organische Abfälle wie tierischer Mist und Gülle (Higa und Parr 2003). Bei der herkömmlichen Güllelagerung entwickelt sich in der Regel ein Mikrobenmilieu welches, oxidative Prozesse begünstigt. In Folge dessen, freie Radikale bildet und Fäulnisprozesse fördert. Bei Ausbringung von degenerativen Wirtschaftsdüngern, entsteht ein optimaler Zustand für die Vermehrung pathogener Keime.

5.2 Praktische Umsetzung

Die drei Komponenten EM-aktiv, RoPro-Lit Urgesteinsmehl und Karbosave – aktivierte Pflanzenkohle, werden circa zweimal im Jahr, im Januar und Juli, in die Gülle eingerührt. Während der folgenden Lagerzeit können Nährstoffe, durch die Mikrobiologie, an die Struktur der Kohle gebunden werden. Je länger die angereicherte Gülle lagert, umso größer ist der Effekt.

Die Güllebehandlung sollte mindestens vier Wochen vor der Ausbringung vorgenommen werden. Die EM-Güllestäbe werden, wenn nötig, je nach Anordnung der Kanäle, Güllegruben und des Güllevolumens installiert. Die Komponenten EM-aktiv, Kohle und Gesteinsmehl können auch bereits im Stall als Einstreu angewendet werden. Kohle und Gesteinsmehl können der Gülle eins zu eins angerechnet werden. Die Mikroorganismen und Pflanzenkohle können auch im Futter bereits eingesetzt werden. Das EM-aktiv kann über eine Verneblungsanlage das Stallklima und die -hygiene verbessern, EM im Stall angewendet, kann nur in geringen Mengen der Gülleaufbereitung angerechnet werden. Die Landwirte passen die Aufwandmengen aufgrund ihrer Erfahrung betriebsindividuell an, da das bestehende Mikrobenmilieu von Betrieb zu Betrieb variiert. Laut Empfehlung sollen im Grünland nicht mehr als 10 m³ aufbereitete Gülle pro ha und Schnitt ausgebracht werden und im Acker im Mais nicht mehr als 40 m³, aufgeteilt auf zwei Gaben.

5.2.1 EM-aktiv

EM-aktiv ist ein Fermentprodukt aus effektiven Mikroorganismen aus einer Urlösung, Zuckerrohrmelasse, Greengold und Kin-Mineral. Es dient zur Steuerung des mikrobiellen Milieus in der Gülle, um die Nährstoffe zu binden und Fäulnisprozesse zu unterbinden (siehe Punkt 2). Es ist gemäß § 9a des Düngemittelgesetzes in der Betriebsmittelliste des ökologischen Landbaus als Bodenhilfsstoff gelistet. (FiBL Projekte GmbH 2018)

5.2.2 RoPro-Lit Urgesteinsmehl

Das zur Gülleaufbereitung verwendete vulkanische Urgesteinsmehl oder auch Diabasgestein, enthält aktive Milchsäurebakterien. Die Hauptbestandteile sind Siliziumdioxid (50,94 %), Eisenoxid (15,34 %), Aluminiumoxid (Al_2O (Tonerde)) und weitere, siehe Anhang. „Das Biolit enthält aktive Milchsäurebakterien. Nach Einbringen setzt sich der Prozess der silikatischen Verwitterung ein, dadurch werden die enthaltenen Mineralien und Spurenelemente frei. Diese dienen den Bakterien als Nahrung […] und so werden die Mineralien auf biologische Weise pflanzenverfügbar umgebaut und schützen vor biotischem und abiotischem Stress. […] Der hohe Siliziumgehalt bewirkt zusätzlich eine Festigung der Ton-Humus-Komplexe im Boden und sichert ein gutes Wasserhaltevermögen. Pflanzen werden widerstandsfähiger. Das Bodenleben wird aktiviert. Der im Boden gebundene Phosphor wird von Silizium und der erhöhten Wurzelaktivität mit den Wurzelexudaten aktiviert und in den Pflanzenkreislauf gebracht.“ (Hartsteinwerk Kitzbühl GesmbH 2019) Gesteinsmehl besitzt einen pH-Wert von 11,5. Die Feinvermahlung von 0,08 mm bewirkt eine Oberfläche von circa 2,5 m²/Gramm Gesteinsmehl. Es kommt zur Bindung des Steinstaubes an die Güllefeststoffe. Dadurch sinkt das Gesteinsmehl in der Gülle nicht ab. Es ist kein Einbringen des Gesteinsmehl auf Vorrat möglich.

5.2.3 Karbosave - aktivierte Pflanzenkohle

Die aktivierte Pflanzenkohle dient unter anderem als Trägermittel für Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphat, Kalium oder Magnesium und verschiedene Oxide. Die Nährstoffe werden

an der Kohle gebunden und Verluste durch Ausgasung und Auswaschung können stark reduziert werden. Diese gebundenen Nährstoffe bleiben nach Ausbringung durch die Wurzelaktivität wieder pflanzenverfügbar. Das hohe Porenvolumen der Pflanzenkohle bietet einen attraktiven Lebensraum für Mikroorganismen und verhindert Nährstoffverluste.
Die Pflanzenkohle der Firma EM-Chiemgau ist entstaubt und mit CFKE (Chiemgauer Fermentierter Kräuterextrakt) befeuchtet und wird deshalb als mikrobiell voraktiviert bezeichnet. Laut Angabe der Firma erhöht sich die Nährstoffbindung durch die Chelatbildung durch die Mikrobiologie. Körnung 1 - 15 mm, circa 20 % Feuchtigkeit. Im Allgemeinen wirkt die Kohle als Katalysator für die Etablierung eines stabilen Mikrobenmilieus (Christoph Fischer GmbH 2019).

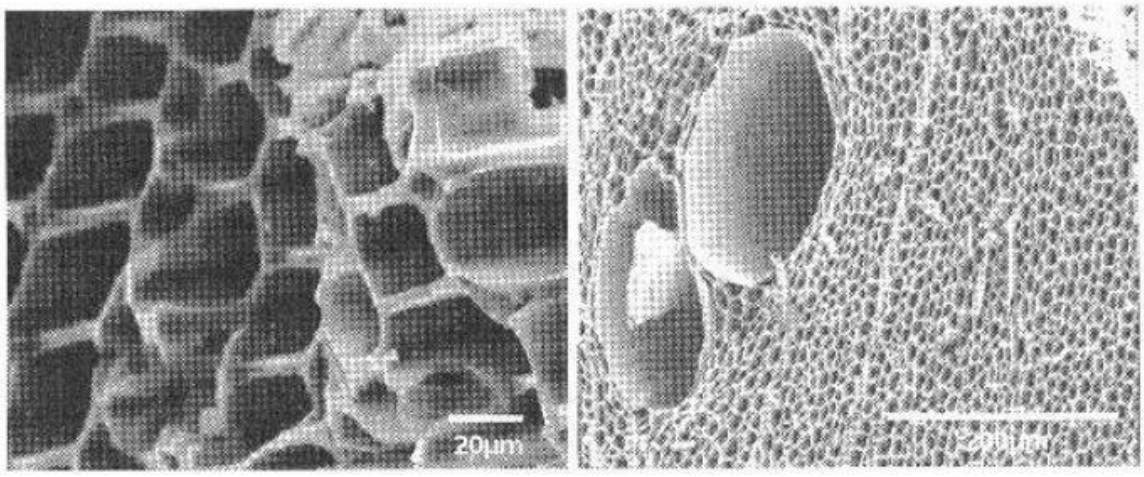


Abbildung 4, Die poröse Struktur von Pflanzenkohle, als ideale Besiedlungsfläche für Mikroorganismen (Joseph S. und Yamamozo aus Biokohle in der Landwirtschaft – Wertstoffgewinnung durch Pyrolyse von Schmidt H., Delinat-Institut für Ökologie und Klimafarming, Schweiz)

Pflanzenkohle wird zur Gülle- und Mistaufbereitung, Terra Preta Herstellung, Fütterung und zum Einstreuen im Stall verwendet.

6 Kosten Gülleaufbereitung

Bei der Anwendung der Komponenten nach Empfehlung der Christoph Fischer GmbH nach dem „Rosenheimer Projekt“, belaufen sich die Kosten auf 5,55€ pro m³ Gülle (Abbildung 5).

Anwendungsmenge pro m³ Gülle		
1	l	EM-aktiv
6	l	Karbosave - aktivierte Pflanzenkohle
30	kg	RoPro-Lit - Urgesteinsmehl

Preise pro m³ Gülle	€/m³ Gülle inkl. MwSt.
EM-aktiv	1,15
RoPro-Lit Urgesteinsmehl	2,52
Karbosave - aktivierte Pflanzenkohle	1,88

Summe Behandlungskosten:	pro m³ Gülle	5,55	€/m³	inkl. MwSt.

Abbildung 5, Kostenberechnung Aufwandmengen, zzgl. Versandkosten und Pfand

pro 500 m³ Gülle	2776,67	€/500m³	inkl. MwSt.

Um die Nutzungseffizienz der Aufwendungskosten zu erhöhen, ist zu empfehlen, die Komponenten Karbosave und RoPro-Lit bereits im Stall einzustreuen. Dadurch kann Güllestau im Kanalsystem vorbeugend verhindert werden und die Tierhygiene zusätzlich verbessert werden. Diese Produkte können eins zu eins der Gülleaufbereitung angerechnet werden. Zeitaufwandkosten sind hier noch nicht berücksichtigt.

7 Zusammenfassung Ergebnisse: Umfrage zum Thema Gülleaufbereitung

Im Rahmen des Praktikums bei der Christoph Fisch GmbH habe ich eine Telefon-Umfrage von 28 Betrieben, zum Thema „Gülleaufbereitung nach dem Rosenheimer Projekt“ durchgeführt. Ziel war es die Betriebe nach ihren Erfahrungen über die Aufbereitung der Gülle zu befragen und aufzuzeigen ob und wie sich ein Nutzen beziehungsweise Mehrfachnutzen in den Betrieben, über die Anwendungsjahre (siehe Abbildung 6) zeigt. Die genauere Ausführung der Ergebnisse im Anhang.

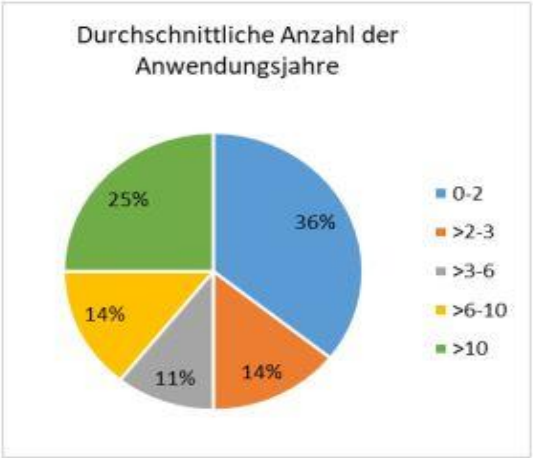


Abbildung 6, Durchschnittliche Anzahl der Anwendungsjahre der Gülleaufbereitung (n = 28)

Bei der Gülleaufbereitung gab sehr viele positive Rückmeldungen (siehe Abbildung 7). Von der Geruchsverminderung, Schwimmdeckenreduzierung bis hin zur entspannung der Fliegenproblematik zeigen sich fast bei jedem, gute bis sehr gute Erfolge. Durch Reduzierung von Ätzschäden an den Gräsern und der Grasnarbe kann die Ertragsleistung positiv beeinflusst werden.

Aufbereitete Gülle hinterlässt weniger faulende organische Substanz in und auf dem Boden. Mikroorganismen, sowie eine Vielzahl an Bodenlebewesen können diese Organik besser und

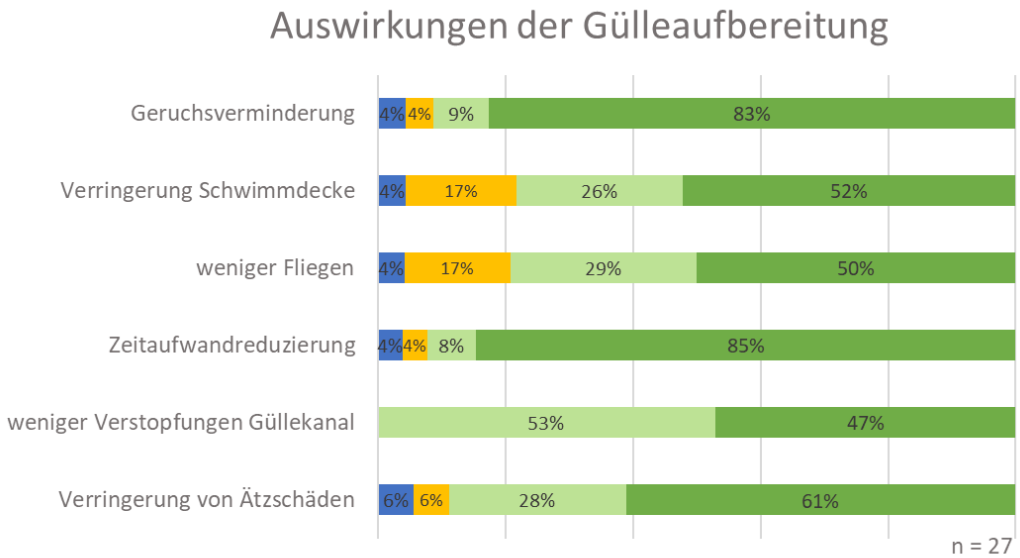


Abbildung 7, Einschätzung des Erfolges der Gülleaufbereitung

effizienter Umsetzen. Die Aktivität des Bodenlebens steigt. Bei Landwirten, die das Verfahren bereits bis zu zwei Jahren durchführen, wurde über eine positive Entwicklung des Bodenlebens berichtet. Was sich auf die Bodenqualität (bezüglich Humusbildung, Bodenstruktur und Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit) verbessernd auswirkte.

Material und Methoden:

- Telefonumfrage: Parameter wurden im Gespräch mit Betriebsleiter, teils durch konkrete Angabe oder aus dem Kontext des Gespräches, nach meiner Einschätzung erfasst
- Betriebe sind sehr komplex und unterschiedlich: zwischen unterschiedliche Haltungsformen und allgemeinen pflanzbauliche Maßnahmen, wurden die Ergebnisse aufgrund von der geringen Anzahl der Befragten Betriebe nicht unterschieden
- Einschätzung eines Parameters: Unterschiedliche Personen interpretieren Erfolg "gut" oder "sehr gut" sehr unterschiedlich
- Angaben der Befragten beruhen nicht auf Daten und Zahlen, sondern auf allgemeinem Gefühl/Einschätzung des Betriebsleiters
- Betriebe, die größere betriebliche Veränderungen oder sonstige, spezielle vom Durchschnitt abweichende Verfahren anwenden, wurden bei der Auswertung außen vorgelassen.
- Betriebliche Erfolgskennzahlen wurden von vielen Betrieben nicht dokumentiert: häufig war keine Auskunft möglich

Zusammenfassung Ergebnisse der Umfrage:

- Gülleaufbereitung weist laut Aussage der Landwirte, einen Mehrfachnutzen aus.
- Intensität der Auswirkungen sind stark Betriebsabhängig
- Starke Auswirkungen sind im Durchschnitt nach drei Jahren erkennbar
- Gülleaufbereitung in Verbindung mit der Stallanwendung der Produkte, erhöht den Mehrfachnutzen unter anderem bezüglich der Tiergesundheit
- Es findet eine Geruchsverminderung statt
- Durch Verringerung der Schwimmschicht auf der Gülle, verringert sich auch die Fliegenproblematik
- Ätzwirkung der Gülle wird stark vermindert und die Gülle kann bei jedem Wetter ausgebracht werden.
- Verstopfungen im Güllekanal und im Schleppschlauchverteiler werden verhindert und die Gülle ist homogener und fließfähiger.
- Landwirte berichten von positiven Auswirkungen bezüglich Bodenqualität und Bodenleben Entwicklung (bereits nach der zweiten Gülleausbringung)
- was bei einigen auch zu Ertragssteigerungen geführt hat.
- bei der Unkrautverminderung im Grünland gab es nur mittelmäßige Ergebnisse, da häufig die empfohlene Aufwandmenge überschritten wurden.

- Das geerntete Grundfutter zeugt von höherer Schmackhaftigkeit und besserer Silierfähigkeit
- es wird auch von Verbesserungen der Tiergesundheit im Stall (vor allem bei Betrieben die das Verfahren länger als drei Jahre anwenden) berichtet.

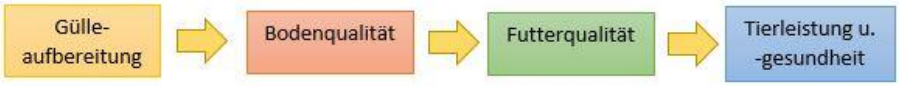


Abbildung 8, Mehrfachnutzen laut Umfrage, der Gülleaufbereitung nach dem "Rosenheimer Projekt"

Wie in Abbildung 8 dargestellt, gibt es basierend auf den Ergebnissen der Umfrage, einen Mehrfachnutzen im Wirtschaftskreislauf.
Dennoch sollte ein Mehrfachnutzen nicht generell überbewertet werden, da grundlegende technische, tierhalterische und pflanzenbauliche Fehler nicht mit einer Anwendung eines solchen Verfahrens aufgehoben werden können. Das Kosten-Nutzen Verhältnis ist hierbei nicht betrachtet.

8 Diskussion

Die Aufbereitung organischer Dünger hat großes Potenzial Nährstoffverluste zu vermindern. Positive Erfahrungen in der Praxis bezüglich Geruchsverminderung sprechen für sich. Nach Untersuchungen der Universität für Bodenkultur in Wien, gab es bei Beginn der Lagerung von Rindergülle eine Reduzierung der Verluste von Ammoniak und andere Treibhausgase. (Amon et al. 2005) Weitere wissenschaftliche Nachweise bezüglich der Verringerung der Treibhausgasemission sind nur wenige vorhanden.
Vor Anwendung eines Gülleaufbereitungsverfahrens, ist es sinnvoll die Stall- und Gülletechnik, sowie die Fütterungsintensität oder tierhalterische Aspekte zu optimieren, um Ausgasung von Klimagasen grundlegend auf ein möglichst niedriges Maß zu reduzieren.
In der Schweiz praktizierte Versuche über die Auswirkungen von EM und, EM in Kombination mit Bokashi und Stallmist durchgeführt. Erträge und bodenmikrobielle Parameter wurden untersucht. Signifikante Ergebnisse waren nicht vorhanden. Lediglich bei der Anwendung EM in Verbindung mit Bokashi gab es positive Auswirkungen, die auf die zusätzliche Nährstoffgabe zurückgeführt werden können. (van Vliet et al. 2006; Mayer et al. 2010)
Auch bei weiteren Versuchen mit Hühnermist und EM im Maisanbau gab es keine eindeutigen Effekte. (Priyadi et al. 2005)
In Versuchen mit Kohle und verschiedenen Düngern wurde eine Verbesserung der Wasserspeicherfähigkeit der Böden und Ertragssteigerung beim Mais berichtet (Glaser et al. 2015). Bei der Anwendung von Pflanzenkohle und Fermenten kann es zu Beginn zu einer Nährstoffimmobilisierung kommen. Es wurde nachgewiesen, dass Pflanzenkohle im Kompost die Stickstoffspeicherfähigkeit stark erhöht und eine Nitratfreisetzung im Boden langsamer erfolgt. (Hagemann et al. 2017b; Benoît et al. 2005) Folglich kommt es bei dauerhafter Anwendung zu einem erhöhten Speicherpotenzial des Stickstoffs durch die Kohle und einer langfristigen kontinuierlicheren Freissetzung pflanzenverfügbarer Nährstoffe. Wissenschaftliche

Nachweise die den Erfolg belegen, sind vor allem bei der Kompostierung organischer Reststoffe oder Stallmist vorhanden. Die Ausbringung reiner Pflanzenkohle ohne organische Dünger, ist laut einem Versuch der Lfl nicht zu empfehlen. Auch in Verbindung mit Gülle, konnte eine Treibhausgasemissionsminderung nicht nachgewiesen werden. (Paetsch et al. 2018) Dennoch wird die Verwendung von Kohlenstoff als Düngerträger bei Gülle laut (Hagemann et al. 2017a) bei nicht zu hohen Aufwandmengen als Sinnvoll erachtet. Unter Vorraussetzung der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und dem Ausschluss negativer Aspekte, kann die Ausbringung von Biokohle auf landwirtschaftlich genutze Böden durch die langfristige Speicherung von Kohlenstoff einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. (Paetsch et al. 2018)

Bezüglich der Parasitenproblematik gibt es Untersuchungen wobei die Vermehrungsrate von Magen-Darm-Parasiten den Fadenwürmern, im Labor untersucht wurden. Die Anwendung von EM zeigt eine signifikante Reduktion der Larvenzahlen. Bei Weideversuchen mit EM wurden im zweiten Jahr der Anwendung positive Auswirkungen beobachtet. (Podstatzky und Gotthalmseder 2015; Podstatzky 2015)
Im Allgemeinen zeigen wissenschaftliche Versuche mit EM sowohl positive als auch negative Ergebnisse. Bei Versuchen der Landesanstalt für Landwirtschaft konnte in einem dreijährigen Versuch mit EM A, bei Winterweizen ein Mehrertrag von 1-2 dt/ha nachgewiesen werden, ein wirtschaftlicher Nutzen ist Betriebsabhängig. (Wendland et al. 2004-2006)

Die mikrobiellen Prozesse in Gülle, Boden, Pflanze, Tier sind komplex und relativ unerforscht. Die in 2.1 bis 2.6 genannten Prozesse der Milieusteuerung basieren nur teilweise auf wissenschaftlich anerkannter Literatur. Die tatsächliche Prozessteuerung ist nur oberflächlich erfasst. Die Einteilung der Mikroorganismen nach Teruo Higa in drei Arten (opportunistischer, regenerativer und degenerativer) ist lediglich eine Art von Betrachtungsweise in stark vereinfachter Form. Mikrobielle Systeme sind im Grunde viel komplexer.
Da alle Lebewesen der Erde in einer Umgebung in Wechselwirkung oder Symbiose mit Mikroorganismen leben, liegt es nahe unser Handeln entsprechend den lebensförderlichen Prozessen anzupassen. Erhalt und die Verbesserung eines Mikrobenmilieus, ist nicht nur für die Landwirtschaft essenziell, sondern auch für die Natur. Da die Umweltbelastung durch Abgase, Schadstoffe, Pflanzenschutzmitteln und andere immer höher wird, liegt es nahe diesen schädlichen Einflüssen auf die Bakterien in Form von EM entgegen zu wirken.
Bis jetzt sind keine negativen Auswirkungen von EM auf die Umwelt bekannt, außer gegebenenfalls der Energiebedarf zur Herstellung.

9 Fazit

Der Einsatz von EM ist bereits weit verbreitet. Obwohl es im Allgemeinen eine gespaltene Meinung zu dem Nutzen und der tatsächlichen Wirkung von EM in der Landwirtschaft gibt, hat sich dennoch die positiven Erfahrungen vieler Landwirte in der Praxis bewährt.

Betriebswirtschaftliche Betrachtungen sind noch eine Herausforderung für die Zukunft. Das Potenzial dieser Technologie auf die aktuelle Umweltproblematik in allen Lebensbereichen sollte nicht unterschätzt werden, bedarf aber auch noch weiterer Forschung.
Pflanzen, Tiere und der Mensch bedürfen eines ähnlichen mikrobiellen Milieus, demnach ist es sinnvoll in der Mikrobiologie an zu setzten, da sie die kleinste Einheit ist, die zwischen Gesundheit und Krankheit entscheidet.

Literaturverzeichnis

Amon, B.; Kryvoruchko, V.; Amon, T.; Moitzi, G. (Hg.) (2005): Can the additive "Effevtive Micro-organisms (EM)" Reduce ammonia and greenhous gas emissions from slurry stores?

Benoît, G.; Da-Silveira, J.; Houot, S.; Michelin, J. (2005): Field-scale modelling of carbon and nitrogen dynamics in soils amended with urban waste composts. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 110 (3-4), S. 289–299. DOI: 10.1016/j.agee.2005.04.015.

Bischoff, S. C. (2009): Probiotika, Präbiotika und Synbiotika. 1. Auflage. s.l.: THIEME. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1055/b-002-29652.

Breuer, M.; Stürmer, R. (2006): Chemie und Biologie Hand in Hand. Enzyme als Katalysatoren. In: *Chemie in unserer Zeit* 40 (2), S. 104–111. DOI: 10.1002/ciuz.200600379.

Christoph Fischer GmbH (Hg.): Informationsblätter EM-Tage 2019.

Christoph Fischer GmbH (Hg.): Was ist EM? Online verfügbar unter https://www.em-chiemgau.de/em-anwendungen/was-ist-em/.

Christoph Fischer GmbH (Hg.) (2019): EM-Anwendung in der Landwirtschaft. Praxis Ratgeber.

Dartsch Scientific GmbH (2010): Testbericht EM-Urlösung Plus.

FiBL Projekte GmbH (2018): Betriebsmittelliste 2018 für den ökologischen Landbau (1410).

Fritsche, Olaf (Hg.) (2016): Mikrobiologie. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum (Springer Lehrbuch).

Glaser, B.; Wiedner, K.; Seelig, S.; Schmidt, H.; Gerber, H. (2015): Biochar organic fertilizers from natural resources as substitute for mineral fertilizers. In: *Agron. Sustain. Dev.* 35 (2), S. 667–678. DOI: 10.1007/s13593-014-0251-4.

Hacker, J.; Dobrindt, U.; Emödy, L. (2000): Wie Bakterien kommunizieren: Quorum sensing und Crosstalk in bakteriellen Lebensgemeinschaften. In: *Kongressbericht: Darmflora in Symbiose und Pathogenität. Alfred-Nissle-Gesellschaft*, S. 73–81.

Hagemann, N.; Joseph, S.; Schmidt, H.; Kammann, C. I.; Harter, J.; Borch, T. et al. (2017a): Organic coating on biochar explains its nutrient retention and stimulation of soil fertility. In: *Nature communications* 8 (1), S. 1089. DOI: 10.1038/s41467-017-01123-0.

Hagemann, N.; Kammann, C. I.; Schmidt, H.; Kappler, A.; Behrens, S. (2017b): Nitrate capture and slow release in biochar amended compost and soil. Hg. v. Jorge Paz-Ferreiro. RMIT University.

Hartsteinwerk Kitzbühl GesmbH (Hg.) (2019): Biolit - Haupt- und Spurenelemente. Biolit - Mineralien & Inhaltsstoffe. Unter Mitarbeit von P. Gockel. Online verfügbar unter https://www.biolit-natur.com/media/biolit-haupt-und-spurenelemente-2019.pdf.

Higa, T. (2003): EM. Effektive Mikroorganismen für die Landwirtschaft. Ellenberg 111a, D-87499 Wildpoldsried: EMINENTnatural GbR.

Higa, T.; Parr, J. F. (2003): Nützliche und Effektive Mikroorganismen für eine dauerhafte Landwirtschaft und eine gesunde Umwelt. Ellenberg 111a, D-87499 Wildpoldsried: EMINENTnatural GbR.

Krämer, J. (2007): Lebensmittel-Mikrobiologie. 5., korr. u. neu bearb. Aufl. Stuttgart: UTB/BRO; Ulmer, E (UTB M (Medium-Format), 1421).

Krüger, M. (2011): EM in mikrobiellen Habitaten. Institut für Bakteriologie und Mykologie Universität Leipzig. Fraueninsel, 21.08.2011.

Lorch, A.; Zschocke, A. K. (2006): EM - eine Chance für unsere Erde. Effektive Mikroorganismen, Wirkungsweise und Praxis. Xanten: OLV. Online verfügbar unter http://deposit.dnb.de/cgi-bin/dokserv?id=2758423&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm.

Mahler, C. (2004): Untersuchungen zur hygienischen und mikrobiologischen Qualität von marinierten Fleischzubereitungen zur Festlegung von Richtwerten bei der Kontrolle des Mindesthaltbarkeitsdatums (MHD). Dissertation. Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Tierärzltlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Margesin, R.; Schneider, M.; Schinner, F. (Hg.) (1995): Praxis der mikrobiologischen Bodensanierung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-85196-4.

Mayer, Jochen; Scheid, Susanne; Widmer, Franco; Fließbach, Andreas; Oberholzer, Hans-Rudolf (2010): How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate. In: *Applied Soil Ecology* 46 (2), S. 230–239. DOI: 10.1016/j.apsoil.2010.08.007.

Paetsch, L.; Lohr, D.; Burmeister, J.; Brandhuber, R.; Meinken, E.; Wiesmeier, M. (2018): Wirkung karbonisierter organischer Reststoffe (Pyrolyse und hydrothermale Kohle) auf die Bodenfruchtbarkeit. 1. Auflage. Freising-Weihenstephan: LfL (LfL Agrarökonomie, 2018,3).

Podstatzky, L. (2015): Auswirkungen einer einmaligen Kalkdüngung bzw. reglmäßigen Weidebehandlung mit EM/MK5 bei intensiver Beweidung mit Lämmern. In: *38957488*.

Podstatzky, L.; Gotthalmseder, E. (2015): Mögliche Effekte von Effektiven Mikroorganismen auf Haemonchus contortus-Larven in vitro. In: *38957488*.

Priyadi, Kahar; Hadi, Abdul; Siagian, Tiusbul H.; Nisa, Chatimatun; Azizah, Aulia; Raihani, Nilly; Inubushi, Kazuyuki (2005): Effect of Soil Type, Applications of Chicken Manure and Effective Microorganisms on Corn Yield and Microbial Properties of Acidic Wetland Soils in Indonesia. In: *Soil Science and Plant Nutrition* 51 (5), S. 689–691. DOI: 10.1111/j.1747-0765.2005.tb00092.x.

Raphael, T. (1997): Biologischer Abbau von Schadstoffen. In: Thomas Raphael (Hg.): Umweltbiotechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 57–80.

Rensing, L.; Gosslau, A.: Warum altern wir? Zur Rolle Freier Radikale bei der Begrenzung der Lebenszeit.

van Vliet, P.C.J.; Bloem, J.; Goede, R.G.M. de (2006): Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms® (EM) to slurry manure. In: *Applied Soil Ecology* 32 (2), S. 188–198. DOI: 10.1016/j.apsoil.2005.07.001.

Wendland, M.; Salzeder, G.; Offenberger, K. (2004-2006): Versuchsergebnisse aus Bayern 2004 bis 2006. Wirkung von Effektiven Mikroorganismen im ökologischen Landbau.

Zschocke, A. K. (2014): EM kompakt. Effektive Mikroorganismen und ihre praktische Anwendung. Dt. Erstausg. München: Knaur-Taschenbuch (Knaur, 87671: Mens sana).

Anhang

Anhang I: Biolit – Mineralien & Inhaltsstoffe

Anhang II: Ergebnisse Umfrage Gülleaufbereitung

BIOLIT

Mineralien & Inhaltsstoffe

Silizium

Silizium ist nach Sauerstoff das zweithäufigste Element der Erde und das wichtigste Element im Mineralreich. Silizium ist ein wichtiges Spurenelement, das an vielen lebensnotwendigen Prozessen beteiligt ist. Ein Problem bei der Aufnahme von Silizium aus der Nahrung ist die Tatsache, dass Gemüse und Getreide aus Intensiv-Landwirtschaft in der Wachstumsphase nur wenig Silizium aufnehmen und bei der industriellen Verarbeitung das meiste Silizium verloren geht. Der hohe Siliziumanteil von BIO-LIT bewirkt eine Festigung der Ton-Humus-Komplexe im Boden und sichert ein gutes Wasserhaltevermögen. Pflanzen werden widerstandsfähiger. Das Bodenleben wird aktiviert. Der im Boden gebundene Phosphor wird von Silizium aktiviert und in den Pflanzenkreislauf gebracht. Phosphormangel im Boden ist in 97% der Fälle nicht existent.

Tonerde

Die in BIO-LIT enthaltene Tonerde besitzt eine essentielle Bedeutung bei der Bildung von Ton-Humus Komplexen

Eisen

Eisen ist für alle Pflanzen ein lebensnotwendiges Spurenelement und hat einen entscheidenden Einfluss auf Pflanzenwachstum und Fruchterträge.

Kalzium

Kalzium wird für viele Prozesse in der Pflanze benötigt, vor allem aber für den Wachstumsprozess. In den Zellen hat es eine regulierende Wirkung, und es trägt zur Stabilität der Pflanze bei.

Magnesium

Magnesium ist für das Gedeihen der Pflanze ein unentbehrlicher und lebensnotwendiger Nährstoff, der sich im Blattgrün (Chlorophyll) eines jeden Blattes befindet. Bei mangelnder Magnesiumversorgung kommt es zu einem Vergilben der Blätter. Die Assimilationsleistung wird so erheblich beeinträchtigt.

Phosphor

Erforderlich für den Gesamtaufbau des Körpers. Phosphor ist ein zentraler Baustoff allen Lebens, ohne den Menschen, Tiere und Pflanzen nicht existieren können. Der im Dauerhumus gebundene Phosphor ist für die Pflanzen nur schwer verfügbar es sei denn der Boden verfügt über eine ausreichende Siliziumversorgung.

Mangan

Ein Mangel an Mangan führt zu einer verminderten Fruchtbarkeit bis Unfruchtbarkeit, Wachstumsstörungen mit Wachstumsverzögerungen und Fehlbildungen von Knochen und Skelett. Bei Kalkgaben über PH-Wert 5 ist aufzupassen wegen der Festlegung von Bor, Eisen, Kali, Kupfer, Mangan, Magnesium und Zink.

Schwefel

Schwefel beeinflusst die Wirkung von Stickstoff entscheidend. Aufgaben in der Pflanze:

- Essentieller Baustein für Aminosäuren und Enzyme
- Wichtig für Chlorophyllhaushalt und Eiweißbildung
- Wichtig zur Bildung von Vitaminen und wachstumsfördernden Enzymen.
- Zur effizienten Ausnutzung von N.
- Bei S-Mangel steigt Nitrat in den Pflanzen an.
- Die enge Wechselwirkung von Stickstoff und Schwefel kommt im N/S- Verhältnis zum Ausdruck. Schwefel steigert somit die Effizienz der Stickstoffdüngung.

Zink

Zink gehört zu den lebenswichtigen Spurelementen. Es ist sehr wichtig für das Wachstum und die Reifung. Zink ist zudem ein wichtiger Bestandteil vieler Enzyme oder einer ihrer Co-Faktoren.

www.biolit-natur.com

BIOLIT Fachberatung Peter Gockel
Tel: +43 (0)5356-64333-39

BIOLIT

Mineralien & Inhaltsstoffe

Haupt-Elemente	Bezeichnung	Durchschnitt
SiO_2	Siliziumdioxid	50,94 %
Fe_2O_3	Eisenoxid	15,34 %
Al_2O_3	Aluminiumoxid	4,57 %
CO_2	Kohlendioxid	5,20 %
MgO	Magnesiumoxid	3,25 %
CaO	Calcium	2,72 %
TiO_2	Titandioxid	0,62 %
P_2O_5	Phosphorpentoxid	0,56 %
K_2O	Kaliumoxid	0,48 %
S	Schwefel	0,05 %
Na	Natrium	0,05 %
MnO	Manganoxid	0,02 %
N	Stickstoff	0,00 %

Spuren-Elemente	Bezeichnung	mg/kg
Zn	Zink	133,00
Ni	Nickel	19,02
Cr	Chrom	18,02
Co	Kobalt	22,00
Cu	Kupfer	12,00
B	Bor	5,69
As	Arsen	4,13
Pb	Blei	1,20
Mo	Molybdän	0,90
Se	Selen	< 0,20
Cr VI	Chrom VI	< 0,30
Cd	Cadmium	< 0,10
Hg	Quecksilber	0,06
Th	Thallium	0,02

CARBONAT (ber. als Calciumcarbonat) 5,2%

Chemische Zusammensetzung BIO-LIT aus dem Prüfbericht der LUFA Nord-West vom 11.04.2019 Labor-Nummer DD 1900467, Dr. Paradies-Severin

„Der Median sämtlich gemessener Werte und der Schwermetalle liegt deutlich unter den Grenzwerten der Düngemittel VO, der ÖNORM L 1075 und der DÜMV 2008."

(Nachanalyse 2015 durch) DI Dr. mont. Thomas Unterweissacher, Hochfilzer

Mit aktiven Milchsäurebakterien

Die feinstvermahlenen Produkte BIO-LIT „Fein plus" (95% mit Mahlfeinheit 0,09mm) und BIO-LIT „Ultrafein plus" (Mahlfeinheit 0,01mm) enthalten aktive Milchsäurebakterien. Nach dem Einbringen von BIO-LIT in den Boden löst der Prozess der silikatischen Verwitterung die BIO-LIT Gesteinspartikel an und setzt die enthaltenen Mineralien und Spurenelemente frei. Diese dienen den Milchsäurebakterien als Nahrung (z.B. Kobalt) und so werden die Mineralien auf biologische Weise pflanzenverfügbar umgebaut und schützen vor biotischem und abiotischem Stress.

Schutz vor Pilzen & Insekten

Die Siliciumquelle aus basisch-silikatischen Diabasgestein beugt pilzlichen Erkrankungen wie Mehltau, Bortrytis & Co vor und stabilisiert Blatt und Stengel. Die Milchsäurebakterien unterstützen diesen Prozess, da sie sich auf der Pflanze wie ein natürlicher Schutzschild ausbreiten.
Zugleich bewährt sich BIO-LIT mit seinen aktiven Milchsäurebakterien auch bei saugenden oder stechenden Insekten wie Kartoffelkäfer, Maiszünsler, Blattläuse, uvm. Zur Anwendung empfehlen wir BIO-LIT „Ultrafein plus" als Blattspritzung (5kg/ha).

www.biolit-natur.com

BIOLIT Fachberatung Peter Gockel
Tel: +43 (0)5356-64333-39

BIO-LIT ist eine Marke vom Hartsteinwerk Kitzbühel GesmbH, Franz Cervinka-Weg 3, A-6372 Oberndorf in Tirol

BIOLIT

Mineralien & Inhaltsstoffe

Selen
Selen wirkt als Antioxidans. Es trägt zur Prävention von Immunkrankheiten der Pflanzen bei. Selen ist ein essentielles Spurenelement. Es muss in geringe Mengen regelmäßig über die Nahrung zugeführt werden, da der Körper Selen nicht selbst herstellen kann. Ausschließlich Pflanzen sind in der Lage, das im Erdreich vorhandene anorganische Selen über ihre Wurzeln aufzunehmen und zu speichern.

Molybdän
Molybdän ist ein Bestandteil von Enzymen. Bei Leguminosen ist es wichtig für die Stickstoff-Fixierung der Knöllchenbakterien. Die Zufuhr von Molybdän fördert einen stabilen Kleeanteil im Dauergrünland. Molybdän ist auch am Phosphatstoffwechsel beteiligt. Bei einem Molybdän-Mangel ist die Wuchs- und Fotosynthese sind gehemmt und es kann sich Nitrat in der Pflanze anreichern.

Aktive Mikroorganismen
Jede Spezies der aktiven Mikroorganismen (also Photosynthese-Bakterien, Milchsäure-Bakterien, Hefen) hat ihre eigene wichtige Funktion. Wenn die aktiven Mikroorganismen sich im Boden als Gemeinschaft vermehren, vermehren sich auch die angestammten wichtigen Mikroorganismen. Auf diese Weise wird das Mikrobenleben reich und die mikrobiellen Ökosysteme im Boden kommen wieder ins Gleichgewicht, wobei schädliche Mikroorganismen unterdrückt werden.

Hefen
Die Hefen produzieren Substanzen, wie Hormone und Enzyme, aktivieren die Zell- und Wurzelteilung. Ihre Absonderungen sind nützliche Substrate für aktive Mikroorganismen, wie Milchsäure-Bakterien.

Photosynthese-Bakterien
Diese Bakterien erzeugen nützliche Substanzen aus Sekreten von Wurzeln, organischem Material oder aus schädlichen Stoffen, die bei Fäulnisprozessen entstehen. Diese brauchbaren Substanzen fördern Wachstum und Entwicklung der Pflanzen. Die Photosynthese-Bakterien sind jedoch Dreh- und Angelpunkt.
Photosynthese-Bakterien unterstützen die Aktivität von anderen Mikroorganismen und verwerten die von anderen Mikroorganismen produzierten Substanzen.
Auf diese Weise steigern Photosynthese-Bakterien im Boden die Anzahl anderer wirksamer Mikroorganismen, wie z.B. Mykorrhiza. Diese verstärkt die Löslichkeit von Phosphaten im Boden und macht es dadurch pflanzenverfügbarer. Mykorrhiza kann die Bindefähigkeit von Stickstoff durch Leguminosen steigern.

Milchsäurebakterien
Milchsäurebakterien wirken als starker Sterilisatoir. Seit Millionen von Jahren wirken sie als natürliches Antibiotikum für den Boden und regulieren dessen Milieu. Diese Bakterien unterdrücken schädliche Mikroorganismen und fördern die schnelle Zersetzung von organischem Material.

Milchsäure-Bakterien besitzen die Fähigkeit, die Vermehrung von Fusarium zu unterdrücken, einem schädlichen Mikroorganismus. Allgemein gesagt, schwächen Fusarium-Vorkommen die Pflanzen, wodurch Krankheiten gefördert werden und dadurch die schädlichen Nematoden auftreten. Die Nematoden gehen allmählich zurück, wenn Milchsäure-Bakterien die Ausbreitung und Tätigkeit von Fusarium unterdrücken.
Untersuchungen unseres holländischen Vertriebspartners belegten eine Verdopplung der Anzahl der Milchsäurebakterien im Boden - vier Wochen nach Gabe von Biolit - und eine Vervierfachung der Protozoen im Boden.

www.biolit-natur.com

BIOLIT Fachberatung Peter Gockel
Tel: +43 (0)5356-64333-39

BIO-LIT ist eine Marke vom Hartsteinwerk Kitzbühel GesmbH, Franz Cervinka-Weg 3, A-6372 Oberndorf in Tirol

Anhang II: Ergebnisse Umfrage Gülleaufbereitung

Betriebsumfrage Güllebehandlung

Sophia Kremser - Oktober 2019

Zielbetriebe: 32
Durchgeführte Umfragen: 28

22 Milchviehbetriebe (Fleckvieh)
6 Mutterkuhhaltung/Mast

60 % Bio-Betriebe
40 % konventionell

Ø 15 m³/Gülle/ha u. Schnitt
Ø 4-5 Schnitte im Grünland

Anzahl Betriebe mit Produkten:

22 EM-aktiv
6 CFKE
28 Karbosave - aktiv. Pflanzenkohle
27 RoPro-Lit Urgesteinsmehl
3 Güllestäbe

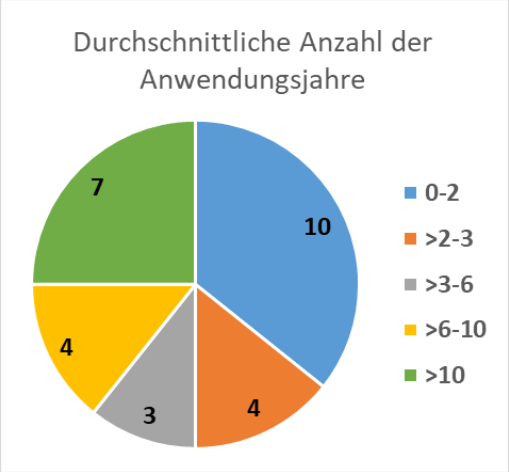


Abbildung 9

Breitverteiler 65 %
Schleppschlauch 18 %
Schleppschuhv. 18 %

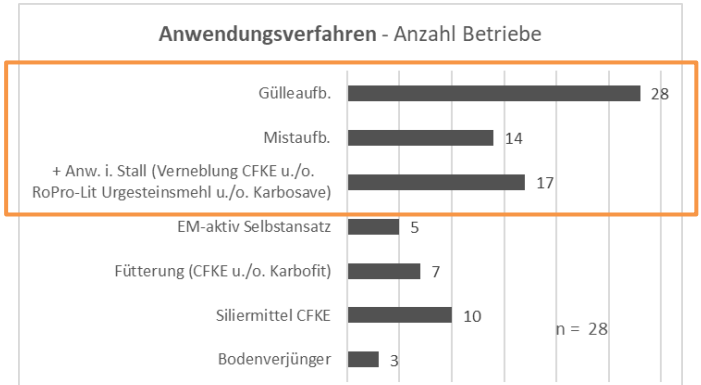


Abbildung 10

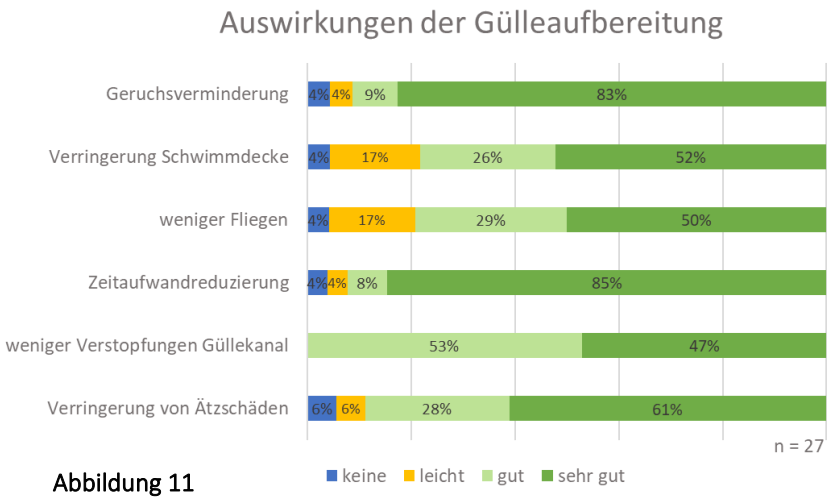


Abbildung 11

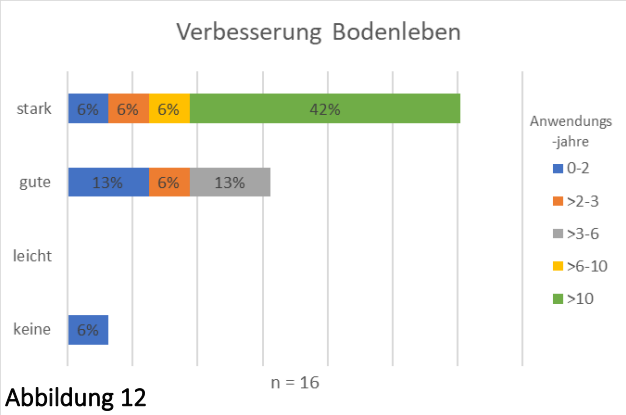


Abbildung 12

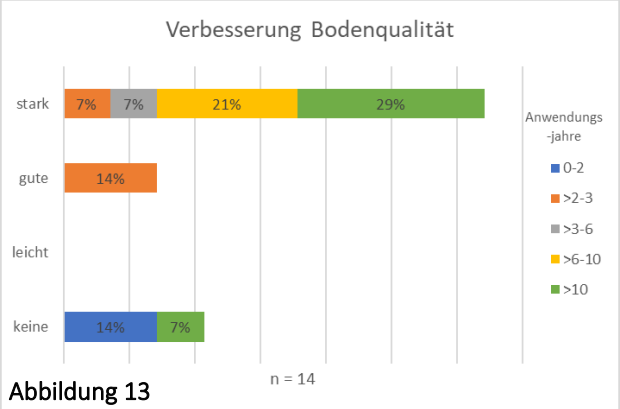


Abbildung 13

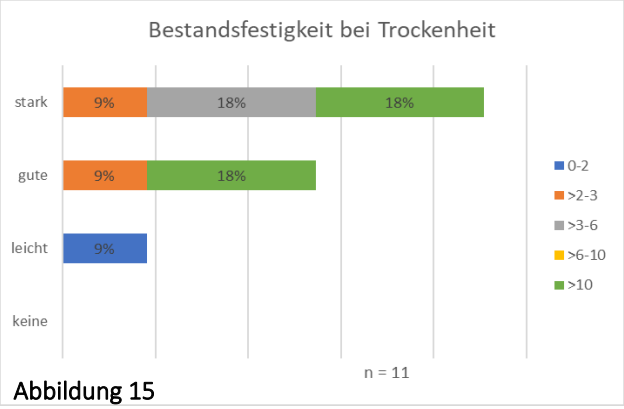


Abbildung 15

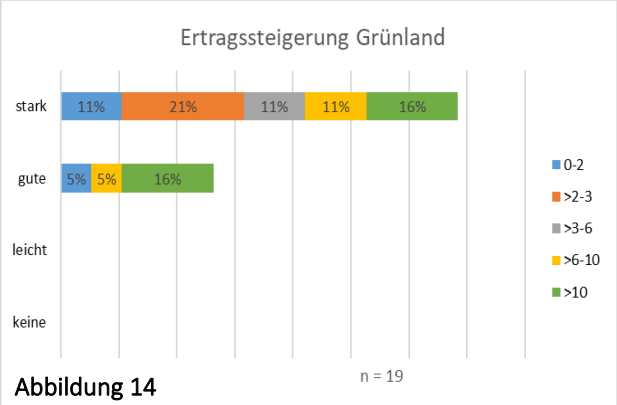


Abbildung 14

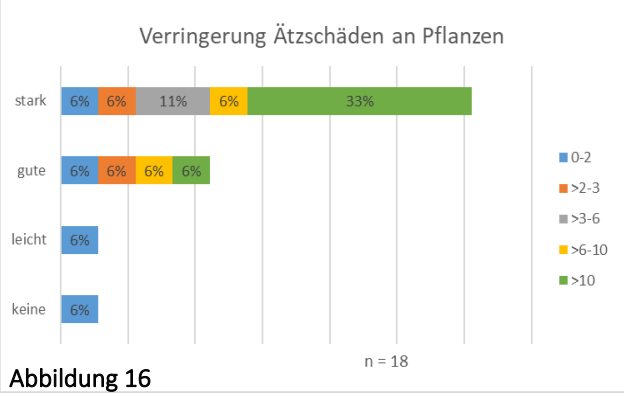


Abbildung 16

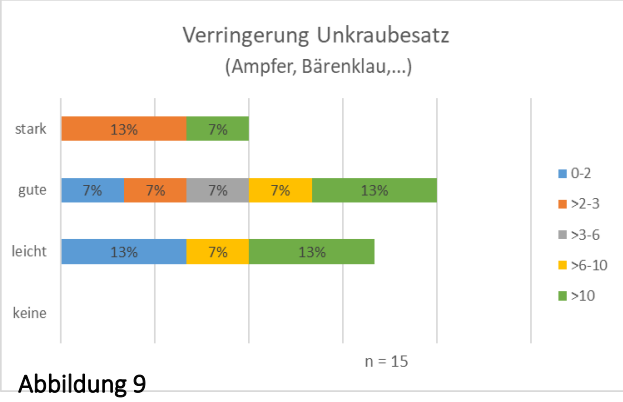


Abbildung 9

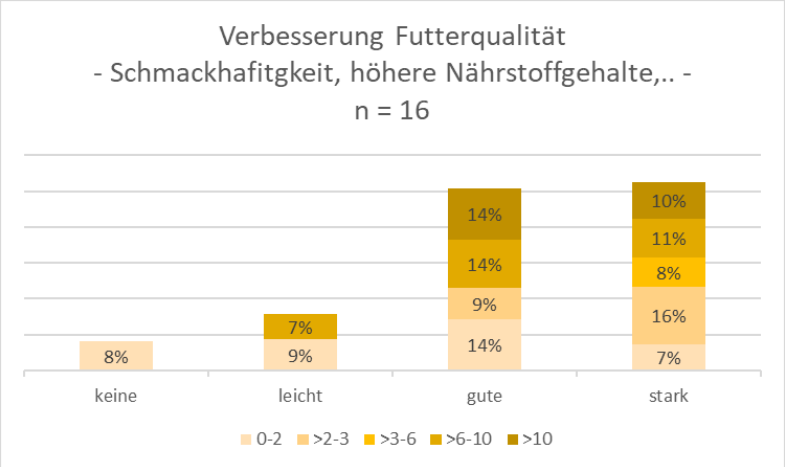


Abbildung 10

Verbesserung der Schmackhaftigkeit der Weide

n = 7 Betriebe

Keine Verbesserung	0
Leichte Verbesserung	2
Gute Verbesserung	2
Sehr starke Verbesserung	3

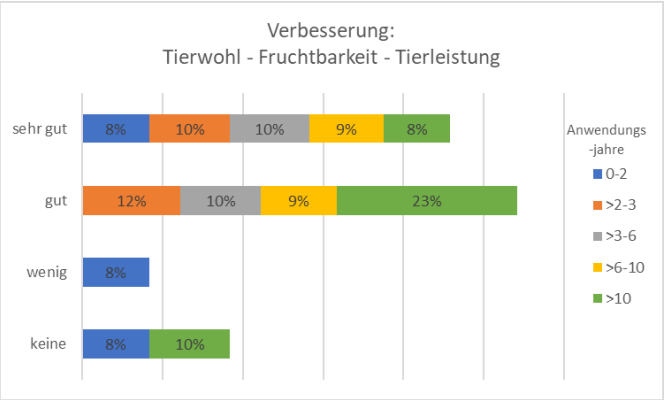


Abbildung 11, Auswirkung der Gülleaufbereitung, auf die allgemeine Tiergesundheit (wobei 50 % der Betriebe die aktivierte Pflanzenkohle und das Steinmehl bereits im Stall Anwenden) (n= Ø 15 Betriebe bei drei Parameter)

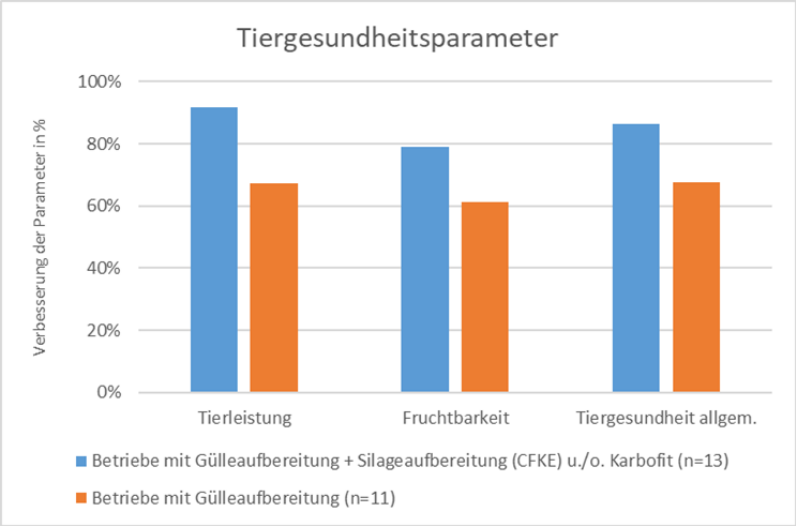


Abbildung 12, Tiergesundheitsparameter in Bezug auf die Gülleaufbereitung und zusätzlicher Anwendung von CFKE als Siliermittel u./o. Karbofit Futterkohle

Gründe für Anwendung:
14 Betriebe: Wirtschaftlichkeit
17 Betriebe: Umweltaspekte
3 Betriebe wollen gezielt den Boden verbessern

Material und Methoden:

- Telefonumfrage: Parameter wurden im Gespräch mit Betriebsleiter, teils durch konkrete Angabe oder aus dem Kontext des Gespräches, nach meiner Einschätzung erfasst
- Betriebe sind sehr komplex und unterschiedlich: zwischen unterschiedliche Haltungsformen und allgemeinen pflanzbauliche Maßnahmen, wurden die Ergebnisse aufgrund von der geringen Anzahl der Befragten Betriebe nicht unterschieden
- Einschätzung eines Parameters: Unterschiedliche Personen interpretieren Erfolg "gut" oder "sehr gut" sehr unterschiedlich
- Angaben der Befragten beruhen nicht auf Daten und Zahlen, sondern auf allgemeinem Gefühl/Einschätzung des Betriebsleiters
- Betriebe, die größere betriebliche Veränderungen oder sonstige, spezielle vom Durchschnitt abweichende Verfahren anwenden, wurden bei der Auswertung außen vorgelassen.
- Betriebliche Erfolgskennzahlen wurden von vielen Betrieben nicht dokumentiert: häufig war keine Auskunft möglich

Zusammenfassung Ergebnisse der Umfrage:

- Gülleaufbereitung weist laut Aussage der Landwirte, einen Mehrfachnutzen aus.
- Intensität der Auswirkungen sind stark Betriebsabhängig
- Starke Auswirkungen sind im Durchschnitt nach drei Jahren erkennbar
- Gülleaufbereitung in Verbindung mit der Stallanwendung der Produkte, erhöht den Mehrfachnutzen unter anderem bezüglich der Tiergesundheit
- Es findet eine Geruchsverminderung statt
- Durch Verringerung der Schwimmschicht auf der Gülle, verringert sich auch die Fliegenproblematik
- Ätzwirkung der Gülle wird stark vermindert und die Gülle kann bei jedem Wetter ausgebracht werden.
- Verstopfungen im Güllekanal und im Schleppschlauchverteiler werden verhindert und die Gülle ist homogener und fließfähiger.
- Landwirte berichten von positiven Auswirkungen bezüglich Bodenqualität und Bodenleben Entwicklung (bereits nach der zweiten Gülleausbringung)
- was bei einigen auch zu Ertragssteigerungen geführt hat.
- bei der Unkrautverminderung im Grünland gab es nur mittelmäßige Ergebnisse, da häufig die empfohlene Aufwandmenge überschritten wurden.
- Das geerntete Grundfutter zeugt von höherer Schmackhaftigkeit und besserer Silierfähigkeit
- es wird auch von Verbesserungen der Tiergesundheit im Stall (vor allem bei Betrieben die das Verfahren länger als drei Jahre anwenden) berichtet.