

Komposttee gegen Pilzpathogene auf intensiven Rasenflächen

Glöcklhofer, L., M. Lutz und R. Rupf

Zusammenfassung

Pilzpathogene verursachen auf Golfgrüns einen hohen Schaden. Infizierte Gräser sind in ihrem Wachstum stark beeinträchtigt oder sterben ab. Da sich die betroffenen Stellen oft um einige Millimeter absenken, entsteht eine unregelmäßige Oberfläche. Putten wird auf solch einer Rasenfläche zum Glücksspiel, da der Ball nicht treu rollt.

In dieser Studie wurde die krankheitsunterdrückende Wirkung von mikrobiell aktivem Komposttee bei typischen Pilzpathogenen untersucht.

Es wurde festgestellt, dass die krankheitsunterdrückende Wirkung von Komposttee vom Ausgangsstoff, der organischen Zusammensetzung und dem Reifegrad des verwendeten Kompostes abhängig ist.

Bei den untersuchten Pilzpathogenen wurden Schneeschimmel (*Microdochium nivale*), Brown Patch (*Rhizoctonia solani*) und die Pythium-Wurzelfäule (*Pythium graminicola*) mit Komposttee aus reifem Kompost zurückgedrängt.

Aufgrund der positiven Resultate und des aktuellen Trends zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Golfanlagen kann davon ausgegangen werden, dass Komposttee im modernen Greenkeeping einen festen Platz im integrierten Pflanzenschutz einnehmen wird. Die Nutzung von natürlichen, mikrobiologischen Regulationsmechanismen ist zeitgemäß und entspricht dem Bedürfnis der Golferinnen und Golfer, ihren Sport in einer natürlichen Umgebung ausüben zu können.

Summary

A lot of fungi pathogen cause big damages on golf-greens. Contaminated grasses are strongly hampered in their growth and die off. While the affected areas often lowered a few millimeters, the lawn surface is showing up irregularities. Putten on such surfaces is very difficult, a real game of hazard, because the ball may roll in every direction.

The aim of this study is to investigate the inhibitory microbial active effects of the compost-tea on typical fungi pathogens.

It was possible to determine that the inhibitory effect of the compost-tea depends on the raw material, the organic composition and the degree of maturity of the compost-tea utilized.

However, in the tested mycosis, it was possible to repel the *Microdochium nivale* (Schneeschimmel), the *Rhizoctonia solani* (Brown Patch) and the *Pythium graminicola* (Pythium Wurzelfäule) with a compost-tea out of mature compost.

Because of the positive results obtained and the current trend toward a sustainable management of the golf courts, the compost-tea will most likely take a permanent place as an integrated plant protection product in modern greekeeping. The utilization of natural, microbiological homeostatic mechanisms are in trend and satisfy the golfers' needs to practice their sport in a natural environment.

Résumé

Les maladies fongiques provoquent de gros dégâts sur les courts de golf. Elles perturbent grandement la croissance des graminées contaminées ou elles peuvent même entraîner leur mort. Comme les parties infectées diminuent souvent de quelques millimètres, la surface gazonnée prend alors une apparence irrégulière. En conséquence, le putten sur ces surfaces gazonnées devient un jeu de hasard car la balle roule où elle veut.

Dans cette étude on a analysé l'effet inhibiteur du thé microbien actif du compost sur les mycoses typiques.

On a en effet constaté que l'effet inhibiteur d'un tel thé de compost dépend du matériau d'origine, de sa composition organique et de sa maturité.

On a observé que le *Schneeschimmel* (*Microdochium nivale*), le *Brown Patch* (*Rhizoctonia solani*) et le *Pythium-Wurzelfäule* (*Pythium graminicola*) ont pu être contenu grâce au thé d'un compost mûr.

Étant donné les résultats positifs ainsi obtenus et la tendance actuelle à exploiter de manière durable les courts de golf, on peut imaginer que le thé de compost aura une place durable dans l'armoire des produits phytosanitaires des green-keepers. L'utilisation de tels mécanismes régulateurs naturels et microbiologiques est moderne et elle permet de surcroît aux golfeurs et golfeuses de pratiquer leur sport dans un environnement sain et naturel.

Einleitung

Ein mit Krankheit übersätes Golfgrün ist der Alptraum jedes Golfspielers und Greenkeepers. Mit dem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln werden die Symptome zwar vorübergehend bekämpft, die Ursache für die Infektion, meist im Boden, bleibt aber bestehen. Die Wirksubstanzen in herkömmlichen Pflanzenschutzmitteln wirken auf Pathogene, haben aber aufgrund ihrer toxischen Formulierung einen negativen Effekt auf pflanzenstärkende natürliche Mikroorganismen (BAFU, 2015).

Eine intakte Mikroorganismengemeinschaft im Wurzelraum und auf der Blattoberfläche beeinflusst das Wachstum und Vitalität bei Pflanzen positiv (LOWENFELS, 2010; INGHAM, 2005). Die wechselseitigen Beziehungen zwischen Mikroorganismen und Pflanzen sind vielseitig und komplex. Bestimmte Mikroorganismen stimulieren das Immunsystem der Pflanze oder schützen sie direkt vor Krankheiten. Mikroorganismen unterstützen die Pflanze zudem bei der Nährstoffaufnahme und bestimmte Arten regen das Wurzelwachstum an.

Je höher die Dichte und Diversität der Mikroorganismen, desto stabiler ist die Pflanzenstärkung und Stimulation des Immunsystems der Pflanze (PANE et al., 2012; LOWENFELS, 2010; INGHAM, 2005).

Hintergrundwissen

Natürliche Regulationsmechanismen

In fruchtbarem Oberboden kommt eine erstaunliche Anzahl und Diversität an Mikroorganismen vor. In einem Teelöffel Oberboden befinden sich bis zu acht Milliarden Mikroorganismen mit bis zu 500.000 verschiedenen Arten (SCHEURELL and MAHAFFEE, 2004).

Mikroorganismen und Pflanzen profitieren voneinander. Die Aktivität der Mikroorganismen begünstigt das Pflanzenwachstum. Durch den mikrobiellen Abbau von toter organischer Biomasse werden Nährstoffe mobilisiert und sind der Pflanze wieder zugänglich. Für die Pflanze bedeutet das, je mehr Mikroorganismen ihren Wurzelraum besiedeln, desto größer ist das Reservoir an Nährstoffen. Pflanzen versorgen die Mikroorganismen im Gegenzug mit einer zuckerhaltigen Lösung, den sogenannten Wurzelexsudaten.

Die Symbiose zwischen Mikroorganismen und Pflanzen entstand im Laufe der Evolution.

Da eine gesunde Pflanze mehr Wurzelexsudate produzieren kann als eine kranke, schützen die Mikroorganismen die Pflanzen vor Krankheiten (WÖLK, 1990).

In der Regel sind direkte und indirekte mikrobielle Wirkungsmechanismen am Schutz der Pflanze beteiligt (LOWENFELS, 2010; HALLMANN et al., 2007; FUCHS et al., 2004). Die mikrobiellen Wirkungsmechanismen lassen sich in folgende Bereiche gliedern (LORD, 2009):

1. Konkurrenz (direkt): Ein Organismus besiedelt die Wurzel der Pflanze zuerst (Antagonismus).
2. Parasitismus (direkt): Ein Organismus ernährt sich von einem anderen (z.B. *Trichoderma* spp. von einem Pilzpathogen).
3. Antibiose (indirekt): Mikroorganismen produzieren abbauende Enzyme oder Toxine, welche Krankheitserreger schwächen (z. B. *Bacillus subtilis*).
4. Metabiose (direkt und indirekt): Zusammenleben verschiedener Organismen.
5. Parabiose (direkt und indirekt): Ein Organismus profitiert, für den anderen bleibt die Beziehung neutral.

Auswirkungen von konventionellen Pflanzenschutzmitteln

Mikroorganismen reagieren sensibel auf mineralische Dünger und chemische Pflanzenschutzmittel. Die chemischen Wirkstoffe in konventionellen Pflanzenschutzmitteln können neben den Krankheitsverursachern auch nützliche Mikroorganismen eliminieren. Der natürliche Schutz ist dann eingeschränkt oder nicht mehr vorhanden. Mit der Applikation von belüftetem Komposttee können, besonders nach dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, nützliche Mikroorganismen einfach und effektiv wieder in den Boden eingebracht werden (INGHAM, 2008).

Belüfteter Komposttee

Um den natürlichen mikrobiellen Schutz der Pflanze wieder herzustellen oder aufrechtzuerhalten, eignet sich belüfteter (aerober) Komposttee. Der

Einfachheit halber ist in diesem Bericht Komposttee als belüfteter Komposttee definiert. Komposttee ist eine wässrige Lösung mit einer hohen Anzahl an aktiven nützlichen Mikroorganismen und wird darum im Pflanzenbau als biologisches Pflanzenstärkungsmittel eingesetzt. Komposttee hat den Vorteil, dass die darin beinhalteten aktiven Mikroorganismen sofort in den Boden eindringen und im Vergleich zu herkömmlichen Kompost nicht mechanisch eingearbeitet werden müssen. Aufgrund der wässrigen Eigenschaft ist Komposttee auch für Blattapplikationen geeignet (INGHAM, 2005).

Komposttee wird hergestellt, indem Kompost, Zusatzstoffe (z. B. Kelp, Huminsäuren, Gesteinsmehl) und Wasser mit hoher Sauerstoffsättigung vermischt werden. Während des 24-stündigen Brauprozesses werden die Mikroorganismen vom Festbestandteil des Komposts gelöst und durch Zusatzstoffe gezielt vermehrt. Mit den Zusatzstoffen können bestimmte Mikroorganismengruppen (Bakterien, Protozoen, Pilze, Aktinomyzeten, Nematoden) während des Brauprozesses selektiv vermehrt bzw. gefördert werden. Die Wirksamkeit des Komposttees ist maßgeblich von der Diversität der im Kompost enthaltenen Mikroorganismen beeinflusst. Es werden im Brauprozess zur Herstellung von Komposttee ausschließlich die Mikroorganismen vermehrt werden, welche im Ausgangsstoff Kompost vorhanden sind (INGHAM, 2005).

Nachfolgend werden einige Parameter zur Herstellung von Komposttee erläutert.

Ausgangsstoff Kompost

Das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis (C/N-Verhältnis) der Ausgangsmaterialien für die Kompostierung sollte anfänglich circa 30:1 betragen. Ligninhaltiges Ausgangsmaterial (z. B. Holzschnitt) bietet besonders bei reifem Kompost ein gutes Milieu für krankheitsverdrängende, hyperparasitäre Pilze wie *Trichoderma* spp. (FUCHS, 2007).

Reifegrad Kompost

Die Mikroorganismenpopulation verändert sich während des Kompostierungsprozesses. Unreifer Kompost in der Wärmephase (0-8 Wochen) unterdrückt aufgrund der hohen Anzahl an Bakterien und Aktinomyzeten verschiedene Krankheitserreger (quantitative Suppressivität) (FUCHS, 2007). In der darauf-

folgenden Aufbau- und Reifephase (ab acht Wochen) besiedeln Pilze, Nematoden und Protozoen den Kompost, diese Gruppen verdrängen Pilzpathogene; man nennt dies qualitative Suppressivität (FUCHS, 2007). Mit zunehmendem Reifegrad nimmt die krankheitsunterdrückende Wirkung wieder ab (FUCHS, 2007; FUCHS et al., 2004).

Pflanzenkohle im Kompost

Pflanzenkohle hat aufgrund der chemischen und physikalischen Eigenschaften eine positive Wirkung auf die Qualität von Kompost. Durch die große Oberfläche (300 m²/g) und die hohe Adsorptions- und Kationenaustauschkapazität werden Nährstoffe und Mikroorganismen gespeichert und bei Bedarf abgegeben (SCHMIDT, 2014).

Detritus

Detritus entsteht aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren, welche in Stillgewässern auf den Grund sinken und dort unter Luftausschluss (anaerob) nur teilweise abgebaut werden. Detritus enthält biologisch aktive Stoffe (Aminosäuren, Enzyme, Kohlenhydrate, Huminsäuren, Lipidfraktionen, Proteine und Vitamine) und wird als Probiotikum in der Tierfütterung eingesetzt (DUCASTELLE et al., 2002; SCHRAUZER, 2000; FULLER and GIBSON, 1998).

Saponinhaltige Biomasse von *Gynostemma pentaphyllum*

Saponine bilden die größte Gruppe unter den sekundären Metaboliten und schützen die Pflanze unter anderem vor Krankheiten (HALLMANN et al., 2007). Die Pflanze *Gynostemma pentaphyllum* hat mit 2,4 % einen überdurchschnittlich hohen Saponingehalt (ZANG et al., 1993). In Versuchen von JIU-LING et al. (2011) und SEN et al. (1998) wurde auch eine hemmende Wirkung von natürlichen Saponinen auf Pilzpathogene beobachtet.

Biologie der Schadpilze *Microdochium nivale*

Der Pilzpathogen aus der Gruppe der *Ascomycota* gewinnt in den letzten Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung, da er Schäden im Getreidebau und im Rasen verursacht. Der bodenbürtige Pilz ist an kühles, feuchtes Klima angepasst und wächst bei Temperaturen von 2-20 °C. Schadfähig überdauert das Myzel bei Temperaturen von bis zu -20 °C. Ungünstige Perioden überlebt der Parasit als Saprophyt im

Boden, an bereits infizierten Pflanzenteilen (NONN, 2009). Die Erkenntnisse über befallsfördernde Faktoren, den Infektionsweg und Zeitpunkt sind widersprüchlich und noch nicht genau geklärt (KOLEV, 2003). IHSEN (1912) stellte fest, dass die Infektion der Gras-pflanze bereits im Samen während der Blüte stattfindet. Der Infektionsweg über den Boden hat eine untergeordnete Rolle. Die Resultate von HÄNI (1980) belegen das Gegenteil, indem ein infizierter Boden Auswirkungen auf den Infektionsgrad hat. Die Autoren BOOTH und TAYLOR (1976), RAWLINSON and COLHOUN (1969) gehen ebenfalls davon aus, dass der Infektionsweg über den Boden stattfindet. Im Versuch von BOULTER et al. (2002) konnte festgestellt werden, dass 2,5 % Kompost im Topdressing-Gemisch das Aufkommen von *Microdochium nivale* verhindert.

Rhizoctonia solani

Rhizoctonia solani ist ein bodenbürtiger, saprophytisch lebender Pilz, der in der Landwirtschaft sowie im Rasenbereich erheblichen Schaden verursacht. Der Pilz mit einem breiten Wirtspflanzenspektrum kann bei ungünstigen Bedingungen jahrelang als Sklerotien oder Myzel im Boden überdauern (GROSCH et al., 2003). Der Pilz findet ideale Wachstumsbedingungen bei Temperaturen über 21 °C und einer relativen Luftfeuchte von 95 % bei mehr als 10 Stunden pro Tag (TREDWAY and BURPEE, 2001). Die Hyphen des Pilzpathogens dringen durch die Stomata-Öffnung ins Innere der Wirtspflanze ein und zerstören die Zellen. In Versuchen mit Zuckerrüben und Kartoffeln konnte *Rhizoctonia solani* sehr gut mit bakte-

riellen und pilzlichen Antagonisten bekämpft werden (GROSCH et al., 2003).

Pythium graminicola

Pythium graminicola ist ein schnellwachsender, wirtsunspezifischer Schaderreger aus dem Reich der *Chromista* (Algen) (DOMSCH et al., 2007). Das Verbreitungsgebiet des strikt bodenbürtigen Pathogens reicht von der gemäßigten bis zur tropischen Zone. Bei Rasengräsern verursacht *Pythium graminicola* Wurzelfäule, bei guten Bedingungen werden die Keimlinge schon vor Erreichen der Erdoberfläche getötet (HALLMANN et al., 2009; FUCHS et al., 2004). Befallsfördernde Faktoren sind unzureichende Pflanzengesundheit sowie kalte und nasse klimatische Bedingungen. Aufgrund seiner saprophytischen Lebensweise kann der Pathogen ungünstige Perioden lange im Boden überdauern (HALLMANN et al., 2009). Unreifer Kompost in der Wärmephase ist laut FUCHS (2007) in der Lage, *Pythium* spp. zu unterdrücken.

Experiment zur Ermittlung der Eignung von Komposttee als biologisches Pflanzestärkungsmittel gegen Pilzkrankheiten

Im 116-tägigen Versuch wurden vier verschiedene Komposttees auf deren krankheitsunterdrückende Wirkung bei drei Pilzpathogenen an Rasengräsern untersucht. Die Wirkungskontrolle bestand aus einer Boniturbewertung und dem Messen des Gewichts der Blattbiomasse.

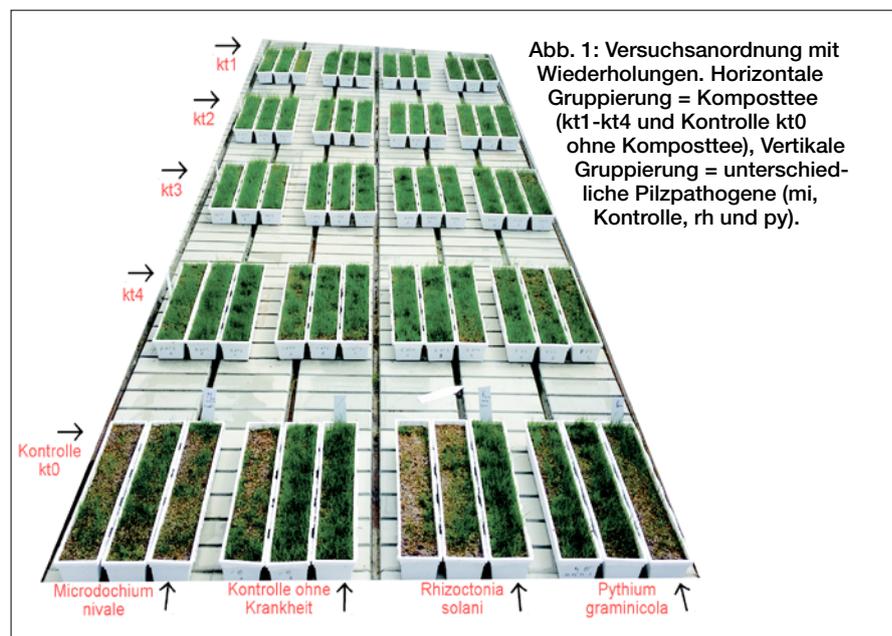


Abb. 1: Versuchsanordnung mit Wiederholungen. Horizontale Gruppierung = Komposttee (kt1-kt4 und Kontrolle kt0 ohne Komposttee), Vertikale Gruppierung = unterschiedliche Pilzpathogene (mi, Kontrolle, rh und py).

Komposttee-Rezepturen

Mit verschiedenen Ausgangsmaterialien wurden vier verschiedene Komposttees zubereitet. Die Brauzzeit betrug 48 Stunden. Die Braugeräte (EdaLife V60) sowie die Qualitätskomposte (EdaBiom Mikrobensubstrat) und die Zusatzstoffe (EdaBiom+ Mikrobennahrung) wurden von der Firma EDAPRO GmbH bezogen. Die Komposttee-Rezepturen waren wie folgt:

Komposttee (kt1):

Kompost reif 3,1 % (EdaBiom Mikrobensubstrat) mit Zusatzstoffen (EdaBiom+ Mikrobennahrung);

Komposttee (kt2):

Kompost thermophil 3,1 %;

Komposttee (kt3):

1,6 % Kompost reif mit Pflanzenkohle (EdaBiom Mikrobensubstrat) mit Zusatzstoffen (EdaBiom+ Mikrobennahrung) und 1,6 % Detritus;

Komposttee (kt4):

3,1 % Kompost reif mit Pflanzenkohle (EdaBiom Mikrobensubstrat) mit Zusatzstoffen (EdaBiom+ Mikrobennahrung) und 0,25 % *Gynostemma pentaphyllum*.

Die festen Partikel des Komposttees wurden nach dem Brauprozess mit einem Sieb (800 µm) aus dem Komposttee entfernt.

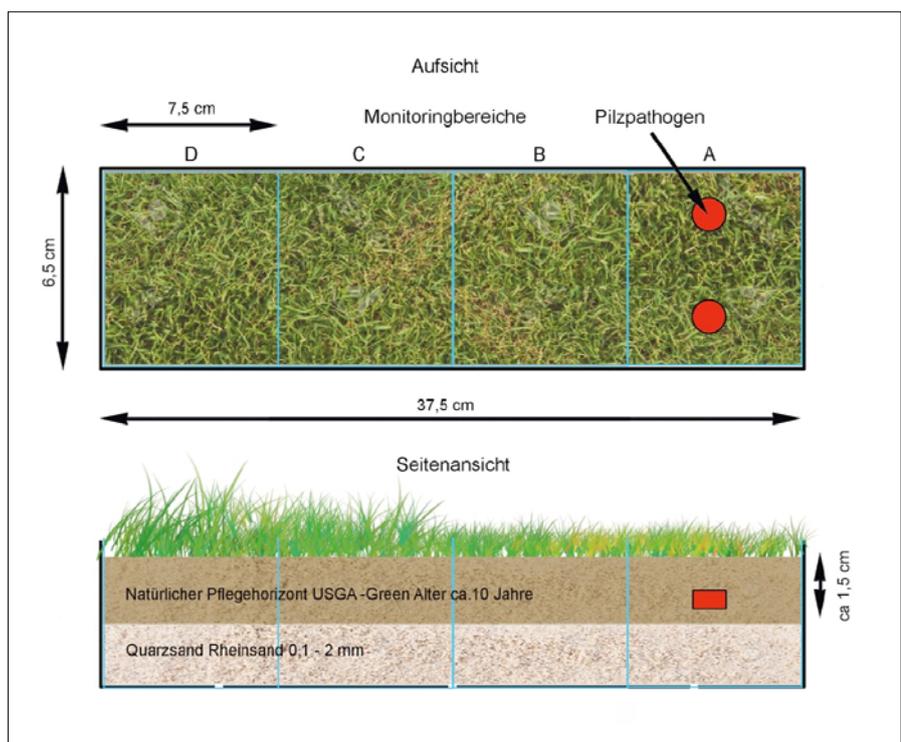


Abb. 2: Aufbau und Einteilung der Substratschalen. Mit dem Schichtaufbau der Substratschalen wurde ein USGA-Green mit Pflegehorizont simuliert. Bei der Boniturbewertung wurden die Bereiche A-D einzeln bewertet. Die Biomasse des Schnittguts wurde dagegen pro Substratschale gewogen. Am roten Fleck wurde der Pilzpathogen auf Agar-Malz Medium positioniert.

Rasenaufbau

Der Versuch umfasste 60 Substratschalen mit Rasengräsern (Abbildung 1). In den drainierten Substratschalen wurde der USGA-Greenaufbau nachgeahmt. Der Aufbau (Abbildung 2) bestand aus einer Schicht Rheinsand (200 g, Körnung 0,1-2,0 mm) und einer Schicht eines natürlich gewachsenen Pflegehorizonts (250 g, 10-jähriges USGA-Green). Auf die Pflegeschicht wurden 2,5 g Aussaatmischung (Tabelle 1) angesät, angedrückt und mit Wasser besprüht.

Anschließend wurden die Substratschalen mit jeweils einem Pilzpathogen beimpft. Die auf Agar-Malz vorkultivierten Pilzarten wurden in gleiche Portionen geteilt (Abbildung 3) und circa 1,5 cm in der Substratschicht an zwei Stellen platziert (Abbildung 2 „Aufsicht“).



Abb. 3: Beimpfung des Substrats mit dem jeweiligen Pilzpathogen.

Pflege der Rasengräser

Während des Versuchszeitraumes wurden sechs Komposttee-Applikationen mit einer Feinsprüh-Gießkanne und einer Dosis von 20 ml/m² durchgeführt. Der Komposttee wurde im Verhältnis von 1:10 mit chlorfreiem Wasser verdünnt. Wöchentlich wurden die Substratschalen gewässert. Die Anordnung der Substratschalen (Abbildung 1) wurde regelmäßig verändert, um standortbedingte Nachteile wie Schattenschwurf oder Luftzug zu relativieren.

Gewichts-%	Name	Wissenschaftlicher Name	Sorte
30	Rotschwengel mit kurzen Ausläufern	<i>Festuca rubra trichophylla</i>	Barcrown
10	Rotschwengel mit kurzen Ausläufern	<i>Festuca rubra trichophylla</i>	Symphony
20	Rotschwengel horstbildend	<i>Festuca rubra commutata</i>	Bargreen
25	Rotschwengel horstbildend	<i>Festuca rubra commutata</i>	Olivia
3	Rotes Straussgras	<i>Agrostis capillaris</i>	Bardot
2	Rotes Straussgras	<i>Agrostis capillaris</i>	Heriot
3	Flechtstraussgras	<i>Agrostis stolonifera</i>	L 93
4	Flechtstraussgras	<i>Agrostis stolonifera</i>	Penn-A4
3	Flechtstraussgras	<i>Agrostis stolonifera</i>	Putter

Tab. 1: Verwendete Saatgutmischung in den Substratschalen.

Note	Bedeutung	Beschreibung
1	schlecht	Deckungsgrad < 50 %, Blattfarbe hellgrün – gelb
2	mittel	Deckungsgrad 70-50 %, Blattfarbe grün – hellgrün
3	gut	Deckungsgrad 90-70 %, Blattfarbe grün – hellgrün
4	sehr gut	Deckungsgrad (Rasen) 90-100 %, Blattfarbe grün

Tab. 2: Boniturbewertung.

Die Temperatur am Versuchsstandort war jahreszeitlichen Schwankungen zwischen 10-18 °C unterworfen.

Boniturbewertung

Zur Bewertung der des Gesundheitszustandes der Rasengräser wurde eine optische Boniturbewertung ausgewählt. Jede Kombination, Komposttee (+ Kontrolle) mit Pilzpathogen (+ Kontrolle) wurde dreimal durchgeführt. Für die Boniturbewertung wurden die Substratschalen in vier Bereiche (A, B, C, D) eingeteilt und einzeln bewertet (Abbildung 2). Bewertet wurden der Deckungsgrad sowie der Gesundheitszustand der Rasengräser anhand der Blattfarbe (Tabelle 2). Während des Versuchszeitraumes wurden sieben Boniturbewertungen durchgeführt.

Resultate

Das Barplotdiagramm (Abbildung 4) zeigt die Boniturbewertung unmittelbar am Pilzpathogen im Bereich A sowie den Krankheitsverlauf in den anschließenden Bereichen B-D. Komposttee kt1 und kt3 unterdrückten die Pilzpathogene *Microdochium nivale* (mi) und

Rhizoctonia solani (rh). Bei Komposttee kt2 aus unreifem Kompost konnte keine Hemmwirkung auf Pilzpathogene beobachtet werden. Komposttee kt4 mit Bestandteilen der saponinhaltigen Pflanze (*Gynostemma pentaphyllum*) unterdrückte vor allem *Microdochium nivale*.

Schneeschnitzel (*Microdochium nivale*)

Bei der Kontrolle (mi) ohne Komposttee waren die Gräser einem langsamen aber stetigen Krankheitsdruck ausgesetzt. Das vitalste Wachstum konnte bei den Gräsern mit kt1 beobachtet werden. Bei kt1 war kein Blattlängenwachstumsgradient im Bereich A des Pathogens festzustellen. Bei kt2, kt3 und kt4 (Kompost reif – *Gynostemma pentaphyllum*) erhöhte sich die Blattlänge mit der Entfernung des Pilzpathogens, ein Gradient im Blattlängenwachstum war zu erkennen.

Pythium-Wurzelfäule (*Pythium graminicola*)

Bei den Rasengräsern, welche bei *Pythium graminicola* mit kt3 behandelt

wurden, war ein starker Blattlängenwachstumsgradient festzustellen. Im Bereich A um den Pathogen wurde mit kt1 ein gesundes Wachstum der Rasengräser erzielt. Keine Wirkung zeigten die Komposttees kt2, kt3 und kt4 im Bereich des Pilzpathogens.

Brown Patch (*Rhizoctonia solani*)

Es konnte keine krankheitsunterdrückende Wirkung bei den Extrakten kt2 und kt4 auf den Pilzpathogen festgestellt werden. Bei den Komposttees kt1 und kt3 wurde insgesamt ein gesundes Gräserwachstum beobachtet. Die beste krankheitsunterdrückende Wirkung wurde bei Komposttee kt1 aus reifem Kompost im Bereich um den Pilzpathogen festgestellt.

Im Versuch wurde bei kt0 das geringste Wachstum festgestellt. Komposttee kt1 und kt3 unterschieden sich in ihrer positiven Krankheitsunterdrückung nicht. Komposttee kt2 und kt4 haben eine geringere Wirkung und unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant voneinander.

Kontrolle (oh)

Die Substratschalen ohne Pilzpathogen (oh) sind höher bewertet. Es wurden aber Unterschiede im Wachstum festgestellt. Die Substratschalen mit kt1 und kt3 erreichen aufgrund des Wachstums und die Blattfarbe in der Kontrolle (oh) die höchste Boniturbewertung.

Diskussion

Die krankheitsunterdrückende Wirkung von Komposttee auf Pilzpathogene bei Rasengräsern ist vom Reifegrad und von der Zusammensetzung des Kompostes abhängig.

Komposttee kt1

Komposttee kt1 aus reifem Kompost zeigte eine suppressive Wirkung auf *Microdochium nivale* und *Rhizoctonia solani*. Die qualitative Krankheitsunterdrückung, die reifem Kompost zugesprochen wird, könnte auf hyperparasitäre Pilze wie *Trichoderma* spp. zurückzuführen sein (FUCHS, 2007).

Komposttee kt2

Beim Komposttee aus frischem Kompost wurde keine Hemmwirkung beobachtet. Das Resultat steht im Widerspruch zur Aussage von FUCHS

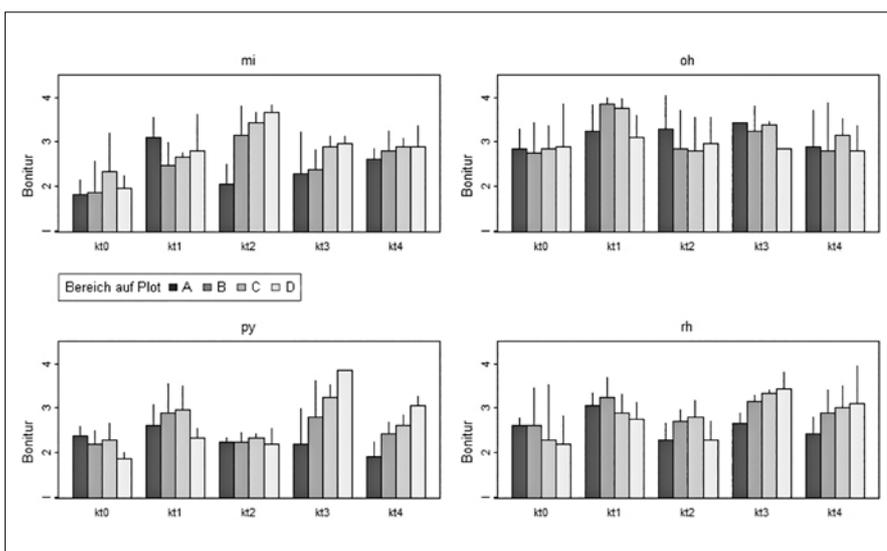


Abb. 4: Mittelwerte der Boniturbewertung mit Standardabweichung. Pilzpathogen: mi = Schneeschnitzel (*Microdochium nivale*), oh = Kontrolle, py = Pythium-Wurzelfäule (*Pythium graminicola*), rh = Brown Patch (*Rhizoctonia solani*), Komposttee: kt0 = Kontrolle ohne Komposttee, kt1 = Kompost reif (EdaBiom plus), kt2 = Kompost thermophil, kt3 = Kompost reif (EdaBiom plus) (50%), Detritus (50%), kt4 = Kompost reif (EdaBiom plus), (*Gynostemma pentaphyllum*).

(2007), welche besagt, dass unreifer Kompost eine krankheitsunterdrückende Wirkung auf *Pythium spp.* hat. Eine mögliche Ursache für die fehlende Wirkung könnte die hohe Brautemperatur von mehr als 20 °C sein. In einem Experiment von FUCHS et al. (2004) wurde beobachtet, dass beim Brauprozess von Komposttee bei einer Temperatur von mehr als 20 °C die Suppressivität reduziert war.

Komposttee kt3

Der Komposttee aus Detritus und reifem Kompost mit Pflanzenkohle zeigte eine krankheitsunterdrückende Wirkung auf alle Krankheitserreger. Der Ursprung der Wirkung kann nicht eindeutig geklärt werden. Detritus enthält Nährstoffe, Huminsäuren, Proteine sowie Vitamine und natürliche antibiotische Substanzen (DUCATELLE et al., 2002) und wirkt sich damit günstig auf die Mikroorganismengemeinschaft im Komposttee aus (INGHAM, 2005; FUCHS et al., 2004; SCHEUERELL and MAHAFFEE, 2004).

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die krankheitsunterdrückende Wirkung auf Pestizidrückstände im Detritus zurückzuführen ist. Eine entsprechende chemische Untersuchung konnte aus Kostengründen nicht vorgenommen werden. Pestizidrückstände kommen in Gewässern häufig vor und beeinflussen das Wachstum von Mikroorganismen negativ (MUNZ et al., 2012).

Komposttee kt4

Die Wirkung des Komposttees aus reifem Kompost mit Pflanzenkohle und *Gynostemma pentaphyllum* kann auf die antifungale Wirkung der Saponine in *Gynostemma pentaphyllum* zurückgeführt werden (JIU-LING et al., 2011). In einem Vorversuch (nicht abgebildet) wurde festgestellt, dass *Gynostemma pentaphyllum* die krankheitsunterdrückende Wirkung des Komposttees auf *Microdochium nivale* und *Rhizoctonia solani* signifikant steigert (GLÖCKLHOFER, 2015).

Fazit

In Anbetracht der Ergebnisse unserer Experimente können folgende Punkte festgehalten werden:

1. Die Gesundheit von Rasengräsern kann durch die Anwendung von Komposttee aus Qualitätskompost

(EdaBiom Mikrobensubstrat) und Zusatzstoffen (EdaBiom+ Mikrobennahrung) gesteigert werden. Die im Komposttee enthaltenen antagonistischen Mikroorganismen, Sekundärmetabolite und antibiotische Substanzen wirken krankheitsunterdrückend auf *Microdochium nivale* und *Rhizoctonia solani*. Der Wirkungsmechanismus kann aufgrund der großen Diversität an Mikroorganismen und Sekundärmetaboliten nicht exakt benannt werden.

2. Detritus aus Stillgewässern einer Golfanlage eignet sich für die Herstellung eines krankheitsunterdrückenden Komposttees. Da Detritus sowohl humanpathogene Mikroorganismen sowie Pestizidrückstände enthalten kann, wird eine Empfehlung nur unter Vorbehalt abgegeben.
3. Die saponinhaltige Pflanze *Gynostemma pentaphyllum* steigert die krankheitsunterdrückende Wirkung im Komposttee gegenüber *Microdochium nivale* und *Rhizoctonia solani*.
4. Komposttee wird in Zukunft vermutlich einen festen Platz im integrierten Pflanzenschutz des Greenkeepings einnehmen. Neben dem biologischen Pflanzenschutz gegenüber bestimmten Pilzkrankheiten und der Stimulanz des Wurzelwachstums verbessert Komposttee aufgrund der einfachen Herstellung die Wirtschaftlichkeit und Umweltbilanz einer Golfanlage.

Weitere Untersuchungen im Feld werden zurzeit durchgeführt.

Literatur

BAFU, 2015: Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Mensch und Umwelt. (B. f. Umwelt, Hrsg.)

BOOTH, R. and G. TAYLOR, 1976: Growth and saprophytic activity of *Fusarium nivale* in soil, Fusarium diseases of cereals. Trans. Br. Mycol. Soc. 66.

BOULTER, J., G. BOLAND and J. Trevors, 2002: Assessment of compost for suppression of *Fusarium Patch (Microdochium nivale)* and *Typhula Blight (Typhula ishikariensis)* snow molds of turfgrass. Guelph: Academic Press.

DOMSCH, K., W. GAMS and T.H. Anderson, 2007: Compendium of Soil Fungi. München: Berchtesgadener Anzeiger.

DUCATELLE, R., F. van IMMERSEEL, K. CAUWERTS, L. DEVRIESE and F. HAESE GROUK, 2002: Feed additives to control Salmonella in Poultry. World's Poultry Science Journal (58), S. 501-513.

FiBL, 2013: Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. FiBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick.

FUCHS, J.G., 2007: Heilende Wirkung – die Suppressivität von Kompost. Phytopathologie des Forschungsinstitutes Frick. Frick: HuMuss.

FUCHS, J.G., M. BIERI und M. CHERDONNENS, 2004: Auswirkungen von Komposten und von Gärgut auf die Umwelt, die Bodenfruchtbarkeit sowie die Pflanzengesundheit. Frick: FiBL Report.

FULLER, R. and G. GIBSON, 1998: Probiotics and prebiotics: microflora management for improved gut health. Clinical Microbiology and Infection (4), S. 477-480.

GLÖCKLHOFER, L., 2015: Wirkung aerober Kompostextrakte gegen Pilzpathogene auf intensiven Rasenflächen. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

GROSCHE, R., J. LOTTMANN, F. FALTIN und G. Berg, 2003: Biologische Bekämpfung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Anbau mit Hilfe von bakteriellen und pilzlichen Antagonisten. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Bonn: Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

GROSCHE, R., J. LOTTMANN, F. FALTIN und G. Berg, 2003: Biologische Bekämpfung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Anbau mit Hilfe von bakteriellen und pilzlichen Antagonisten. Abschlussbericht des Forschungsprojektes 02OE298. Bonn: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

HÄNI, F., 1980: Über Getreidefusariosen in der Schweiz: Saatgutbefall, Ährenbefall und Bodenkontamination. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 87.

HALLMANN, J., A. QUADT-HALLMAN und A. von Tiedemann, 2009: Pythomedizin, Grundwissen Bachelor.: Eugen Ulmer.

IHSSEN, G., 1912: *Fusarium nivale* Sorauer, der Erreger der Schneeschimmelkrankheit, und sein Zusammenhang mit *Nectria graminicola*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 22.

INGHAM, E., 2005: The Compost Tea Brewing Manual. Corvallis: Soil Foodweb Incorporated.

INGHAM, E. 2008: The Field Guide II for Actively Aerated Compost Tea (AACT). Sustainable Studies Institute. Novato: Soil Foodweb Inc.

JIU-LING, Y., B. CHUN-YA, W. YOU-NIAN and S. GUANG-LU, 2011: Primary Study on the Anti-fungal Activity of 13 Medicinal Plants. Beijing: Laboratory of Urban Agriculture.

JOB-HOBSEN, B., 2005: Biotopmanagement auf Golfanlagen. Bonn: Deutscher Golf Verband.

KOLEV, G., 2003: Untersuchung zur Biologie und Bekämpfung von *Microdochium nivale* (Samuels & Hallet) in Winterweizen. Göttingen: Cuvillier Verlag.

LORD, F., 2009: Wirkungsweise und Nutzungspotenzial von Rhizosphärenorganismen am Beispiel von *Bacillus subtilis*. Greenkeepers Journal (3), S. 116-121.

LOWENFELS, J., 2010: Teaming with Microbes: The Organic Gardener's Guide to the Soil Food Web. London: Timber Press.

LUDWIG, G., 2014: Wirkung aerober Kompostextrakte gegen Pilzpathogene auf intensiven Rasenflächen. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, LSFM, Wädenswil.

- NONN, H., 2009: Rasenkrankheiten, Ursachen, Symptome, Diagnose. Germany: F&E Eurogreen.
- PANE, C., G. CELANO, D. VILLECCO and M. ZACCARDELLI, 2012: Control of *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications. Crop Protections (38), 80-86.
- RAWLINSON, C. and J. COLHOUN, 1969: The occurrence of *Fusarium nivale* in soil. Plant Pathologie 18.
- SCHEUERELL, S. and W. MAHAFFEE, 2004: Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. Phytopathology (In Press).
- SCHMIDT, H.-P., 2014: Pflanzenkohle wie und warum. Switzerland: Ithaka institute for carbon intelligence.
- SCHRAUZER, G., 2000: Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. The Journal of Nutrition (130), S. 1653-1656.
- SEN, S., H. MAKKAR, S. MUETZEL and K. BECKER, 1998: Effect of Quillaja saponaria saponins and Yucca Schidigera plant extrakt on growth of Escherichia coli. University of Hohenheim. Stuttgart: Pubmed.
- TREDWAY, L. and L. BURPEE, 2001: Rhizoctonia diseases of turfgrass. The Plant Health Instructor ,10.
- WÖLK, M., 1990: Möglichkeiten des Einsatzes von Bakterien gegenüber *Rhizoctonia solani* und *Pythium aphanidermatum*. Institut für Phytomedizin. Stuttgart: Universität Hohenheim.
- ZANG, Z., S. HUANG and Q. ZHANG, 1993: Analysis of medicinal and nutritional components in *Gynostemma pentaphyllum*. Shanxi Daxue Xuebao Ziran Kexueban.

Autoren:

Ludwig Glöcklhofer
 EDAPRO GmbH
 Türgass 11
 CH-8820 Wädenswil
 E-Mail: info@edapro.ch

Dr. Matthias Lutz
 Phytopathologie Agroscope
 Schloss 1
 CH-8820 Wädenswil

Prof. Dr. Reto Rupf
 Zentrumsleitung Integrative Ökologie
 Zürcher Hochschule für Angewandte
 Wissenschaften
 CH-8820 Wädenswil