

Einsatz eines Biofungizids in Kombination mit Silizium zur Erhöhung der Krankheitsabwehr auf einem Golfgrün*

Drewes, C., M. Thieme-Hack und W. Prämaßing
Bearbeitung: K.G. Müller-Beck

Zusammenfassung

Herkömmliche Pflanzenschutzmittel (PSM) geraten aufgrund ihres möglichen negativen Einflusses auf die Umwelt immer mehr in die Kritik. Neue Entwicklungen, sog. Biologicals, werden daher vermehrt eingesetzt, um einen positiven Einfluss auf u. a. Gräser auszuüben und sie so widerstandsfähiger gegenüber bakteriellen, viralen und parasitären Krankheitserregern zu machen. Ihr Einsatz erfolgt inzwischen auch vermehrt auf dem Rasen von Golfplätzen, da nachhaltigere Methoden zur Rasenpflege bei Erhalt der guten Spieleigenschaften gefordert werden.

Gegenstand der Masterarbeit war es, den Einfluss der Mittel Romeo®, ein Biofungizid und Silacon, ein Silizium-Flüssigdünger, sowie deren Kombination auf die Krankheitsresistenz und Spieleigenschaften auf einem Golfplatz zu überprüfen. Ausgewählte Kapitel werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Über alle Zeitpunkte gemeinsam betrachtet war zwischen den Varianten kein statistisch signifikanter Unterschied nachweisbar. An vereinzelten Zeitpunkten unterschieden sich vor allem die Variante S und die Kombinationsvarianten RS1 und RS2 gegenüber der unbehandelten Kontrolle hinsichtlich der Ausprägung von Dollarspot und Schneeschimmel. Diese vereinzelt nachgewiesenen positiven Effekte der Mittel Romeo® und Silacon auf die Rasenkrankheiten können Gegenstand weiterer Forschungen sein. Es sollten vor allem die Dosierung, die Applikationshäufigkeit, die Applikationsintervalle und die Kombination beider Mittel in weiteren Versuchen, auch unter Verwendung verschiedener Gräserarten genauer ermittelt werden. Im Rahmen eines nachhaltigen Rasenpflegemanagements ist es unausweichlich, den Einfluss alternativer Strategien genauer zu erforschen und praktische Anwendungspläne zu entwickeln.

Summary

Conventional pesticides are increasingly being criticized for their possible negative impact on the environment. New developments, so-called biologicals, were therefore increasingly used to exert a positive influence on grasses, among other things, and thus make them more resistant to bacterial, viral and parasitic pathogens. They are now also increasingly used on turfgrass of golf courses, as more sustainable methods of lawn care have been decreed to maintain good playing characteristics.

The subject of the original Master-thesis was to examine the influence of the agents Romeo®, a biofungicide and Silacon, a silicon liquid fertilizer, and their combination on disease resistance and playing characteristics on a golf course. Selected chapters are presented in this article.

Considering all points in time together, no statistically significant difference was detectable between the variants. At a few points in time, variant S and the combination variants RS1 and RS2 differed from the untreated control with regard to the severity of dollar spot and snow mold. These sporadically proven positive effects on lawn diseases of the agents Romeo® and Silacon can be the subject of further research. Above all, the dosage, the frequency of application, the application intervals and the combination of both agents should be determined more precisely using different grass species. In the context of sustainable turf management, it is inevitable to explore the influence of alternative strategies and to develop practical application plans.

Einleitung

Kaum eine Grünfläche muss so intensiv und präzise gepflegt werden wie ein Golfgrün.

Zur Pflege gehört das Mähen auf bestimmte Schnitthöhen, je nach Anspruch an das Platzelement.

Mechanische Arbeiten wie Vertikutieren, Aerifizieren, Topdressing und Beseidung zählen ebenso zu den Pflegemaßnahmen, wie die Beregnung, die Nachsaat oder das Smooth-Rolling. Hierdurch wird die Qualität des Rasens verbessert, sodass der Ball gleichmäßiger rollen kann und Spielflächen klarer abgegrenzt sind. Nicht zuletzt dient es dem optischen Aspekt eines grünen und gesunden Rasens.

Ein wichtiger Aspekt der Grundpflege ist die Nährstoffversorgung des Rasens. Hier ist besonders das Stickstoffniveau entscheidend.

Während eine gute Pflege ausschlaggebend für den Gesundheitszustand des Rasens ist, bleibt der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln dennoch nicht aus.

Unter Pflanzenschutz fällt eine Vielfalt von Maßnahmen, die alle das Ziel haben, Schäden an Kulturpflanzen zu verhindern oder zu mindern. Dabei soll der Integrierte Pflanzenschutz (IPS) als Leitbild dienen und den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das geringste Maß reduzieren, um die Risiken und Auswirkungen der Verwendung auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu verringern.

Die Auswirkungen von einem Befall mit Schadorganismen können u. a. die Vitalität der Gräser verschlechtern oder die Regenerationsfähigkeit einschränken, sodass Lücken im Bestand entstehen und möglicherweise Fremdarten einwandern. Somit kommt es bei einem Befall

*) der Beitrag basiert auf den Ergebnissen der Masterarbeit von C. Drewes an der Hochschule Osnabrück

zur Beeinträchtigung der Funktions- oder Spieleigenschaften (DGV, 2013).

Durch die Klimaänderung kann von einer Erhöhung des Befallsdrucks ausgegangen werden, da viele Schädlingsarten generell von höheren Temperaturen profitieren. Insbesondere die immer häufiger auftretenden milderen Wintertemperaturen lassen die Infektionsperioden bereits früher im Jahr beginnen. Der Infektionsdruck durch Bakterien, Pilze und Viren steigt somit entsprechend an.

Eine abnehmende Wirksamkeit der PSM, eine reduzierte Verfügbarkeit von Wirkstoffen und die Resistenzneigung der Pilzkrankheiten aufgrund nur weniger zugelassener Mittel machen den Einsatz immer schwieriger.

Das Angebot von biologischen Alternativen, auch im Bereich Rasen, nimmt zu und der Einsatz kritischer Pflanzenschutzmittel ist deutlich gesunken (GMGK, 2024).

Im Rahmen einer Masterarbeit an der HS Osnabrück wurde die Wirksamkeit und Wirkungsstärke eines biologischen Fungizids auf Golffrasen untersucht. Dazu wurde in einem Feldversuch das Mittel Romeo® verwendet, um die Wirksamkeit auf die wichtigen Erreger für Dollarspot und Schneeschimmel im Jahresverlauf zu prüfen. In verschiedenen Varianten mit unterschiedlichen Dosierungen wurde zudem die Kombination mit Silacon, einem Silizium Dünger, getestet, um einen noch größeren positiven Effekt auf das Pflanzenwachstum und mögliche verbesserte Spieleigenschaften zu ermitteln. Mit den gewählten Varianten sollten Erkenntnisse zur Applikationshäufigkeit und mögliche Pflanzenschutzstrategien in Kombination der Wirkstoffe gewonnen werden.

Vorbemerkungen Erläuterungen

Resistenzen

Ein großes Problem neben der möglichen Schädlichkeit für Mensch und Natur bei der Anwendung von Fungiziden, ist die Entwicklung von Resistenzen. Führt der Einsatz eines PSM mit den zugelassenen Aufwandmengen nicht mehr zum Erfolg, so kann von einer Resistenz gegen diesen Wirkstoff ausgegangen werden. Hierbei kommt es zu einer Anreicherung von unempfindlichen Schadorganismen durch Veränderung des Erbguts beim Schaderreger bei wiederholten Anwendungen mit dem gleichen Wirkungsmechanismus. Aus der Anreicherung resultiert eine flächendeckende

Resistenz mit der Folge, dass eine Bekämpfung mit dem Wirkstoff nicht mehr möglich ist (JKI, 2016).

Resistenzen stellen zunehmend ein Problem dar. Durch das FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) sind Richtlinien für ein ordentliches Resistenz-Management gegeben. Außerdem werden sogenannte FRAC-Codes vergeben, über die schnell ersichtlich ist, welche Fungizid-Wirkstoffgruppe verwendet wird. Diese beinhalten die Wirkungsweise, den Zielort, die chemische Gruppe und die Zuordnung eines Resistenzrisikos. So ist beispielsweise der Erreger *Clariireedia spp.*, der die Krankheit Dollarspot verursacht, resistent gegen die Fungizidgruppen der Benzimidazole, Dicarboximide sowie gegen DMI (Demethylation-Inhibitor) und SDHI (Succinate-Dehydrogenase-Inhibitor). Der Erreger *Microdochium nivale*, der pinken Schneeschimmel verursacht, ist resistent gegen Dicarboximide (JKI, 2016).

Mit der Reduzierung von chemischen Fungiziden nimmt das Resistenzrisiko durch eine geringere Zahl von chemischen Wirkstoffen zu. Daher nimmt die Bedeutung der Entwicklung alternativer und naturnäherer Produkte zu (DGV, 2013).

Biofungizide

Im Gegensatz zu biologischen Fungiziden werden chemische Fungizide synthetisch hergestellt, um Pilze oder Sporen abzutöten oder ihr Wachstum zu hemmen. PSM natürlichen Ursprungs werden als „Biologicals“ bezeichnet, die einen erwünschten Effekt auf Kulturpflanzen ausüben. Die vorbeugend einzusetzenden Produkte können Schutz vor Krankheiten und Schädlinge bieten, ebenso zur Verbesserung der Pflanzenvitalität beitragen. Die Natur hält gegen viele Schad- und Krankheitserreger unserer Kulturpflanzen natürliche Gegenspieler, sogenannte Antagonisten, bereit und greift beim biologischen Pflanzenschutz nicht nur auf tierische Nützlinge zurück. Auch Extrakte aus Pflanzen oder Algen, oder auch natürlich vorkommende Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Viren etc.) sollen bei der Gesunderhaltung der Pflanzen helfen und ganz nebenbei den Naturhaushalt schonen. Nach dem Kontakt ist die Pflanze besser gegen Pathogene geschützt, ausgelöst durch eine Immunreaktion der nützlichen Mikroorganismen (vgl. JKI, o.J.).

Das natürliche Biofungizid Romeo® wird bereits seit einigen Jahren im Zierpflanzenbau gegen den Echten und Falschen

Mehltau eingesetzt. Die Zulassung ist auf Sportrasenflächen (Flächen, die für die Allgemeinheit bestimmt sind) ausgeweitet worden und beinhaltet den Einsatz gegen Blattkrankheiten im Rasen (GMGK, 2024). Romeo® basiert auf Hefezellwänden und wird präventiv ausgebracht. Laut Beschreibungen von Intrachem Bio Deutschland aktiviert es die pflanzeigenen Abwehrmechanismen, um Infektionen im Entstehen zu verhindern (INTRACHEM, o.J. a und b).

24 Stunden nach Ausbringung soll der Bestand für ca. 7 bis 10 Tage geschützt sein, anschließend müssen ggf. wiederholte Behandlungen erfolgen. Zur weiteren Förderung der Pflanzenstärkung kann eine Kombination mit einem Siliziumdünger wie Silacon empfehlenswert sein (INTRACHEM, o.J. c)

Dollarspot

Die Rasenkrankheit Dollarspot (*Sclerotinia homoeocarpa*) ist eine Pilzkrankheit, die Rasengräser vor allem in der warmen Jahreszeit befällt. Die Bekämpfung der Krankheit ist schwer, da sie sehr weit verbreitet und besonders hartnäckig ist. Der erste Bericht erfolgte im Jahr 1927 durch John Monteith, der dem Dollarspot zu seinem Namen verhalf, da er ihn als strohfarbene Flecken im Rasen beschrieb, nicht größer als ein Silberdollar.

Zunächst wurde von Bennett der Name *Rhizoctonia monteithiana* vorgeschlagen. Später wurde dieser Vorschlag korrigiert und der Schlauchpilz *Sclerotinia homoeocarpa* als Auslöser und Schaderreger der Dollarspot-Krankheit beschrieben. Neuere Untersuchungen ordnen den Dollarspot-Erreger nun der Gattung *Clariireedia* mit vier Arten zu, die sich in der Art der Sporenproduktion unterscheiden (SALGADO-SALAZAR et al., 2018).

Von Dollarspot können die Gräserarten *Agrostis sp.*, *Cynodon sp.*, *Poa sp.*, *Buchloe dactyloides*, *Festuca sp.*, *Lolium sp.*, *Paspalum vaginatum* und *Zoysia sp.* betroffen sein. Auf dem Teiefschnitttrassen des Golfgrüns ist das Auftreten der charakteristischen Flecken von zwei bis fünf Zentimeter Größe (vergleichbar: 2-Euro-Stück) hier besonders auffällig. Die Flecken wachsen bei fortschreitender Erkrankung ineinander. An den Blattspreiten bilden sich einschürungsartige Verletzungen, anfangs dunkel hellen sie nach ein paar Tagen auf, bis die gesamte Blattspreite befallen ist. Ein spinnwebartiges weißes Myzel ist in den Morgenstunden bei Tau zu erkennen. In schweren Fällen kann ein



Abb. 1: Dollarspot-Befall auf dem Golfgrün.

Befall zum vollständigen Absterben der Rasenpflanze führen. Ein Erreger kann bei ungünstigen Bedingungen in infizierten Pflanzenteilen oder Rasenfilz überdauern und sich längere Zeit an Blattflächen halten. Sind die Bedingungen wieder passend, wächst das Myzel durch die Pflanze und kann benachbarte Pflanzen infizieren. Die typischen Dollarspots erscheinen durch das räumlich begrenzte Pilzmyzel. Eine Verbreitung geschieht durch Pflege und Spiel, was schnell zu großflächigen Infektionen führt.

Gute Bedingungen für den Erreger erleichtern eine Infektion durch Dollarspot. Da die Krankheit in der warmen Jahreszeit von Mai/Juni bis September/Okttober auftritt, liegt die optimale Infektionstemperatur bei 15 bis 30 °C. Eine hohe Luftfeuchtigkeit und ein feuchter Gräserbestand in Kombination mit trockenem Boden (Wasserstress an der Wurzel) begünstigen einen Befall. Die Graspflanzen werden anfälliger bei mangelnder Düngung, insbesondere bei Stickstoffmangel. Tropfbares Wasser auf den Blattspreiten ermöglichen eine leichtere und schnellere Infektion genauso wie ein hoher Anteil an toter organischer Substanz wie Schnittgut oder Filz.

Durch diverse Maßnahmen kann einem Befall vorgebeugt oder er kann zumindest gemindert werden. Dazu zählen insbesondere folgende Maßnahmen (HENLE, 2012):

- Glatte, sauberer Schnitt beim Mähen,
- Angepasste Stickstoffdüngung,
- Verminderung Rasenfilz,
- Ausgewogene Wasserversorgung,
- Auswahl Grasart,
- Luftbewegung.

Durch die Nutzung von Wetterdaten kann das Risiko für das Ausbrechen einer Infektion besser eingeschätzt wer-

den. Hierdurch ist eine 29-prozentige Verringerung im Vergleich zu kalenderbasierten Methoden möglich. Durch das Herausstellen von Risikofaktoren kann eine übermäßige Fungizid-Nutzung vermieden werden. Ein Ansatz hierfür ist das sogenannte „Dollarspot-Warnsystem“ (SMITH et al., 2018).

Schneeschnimmel

Der Schneeschnimmel (*Microdochium nivale*) ist eine wichtige Gruppe von Kulturrasenkrankheiten. Er tritt vor allem in gemäßigten Klimazonen auf und ist die primäre Niedertemperaturkrankheit von Rasen auf der ganzen Welt. Durch das nicht immer eindeutige Schadbild wird der Schneeschnimmel leicht verwechselt mit dem Grauen Schneeschnimmel (*Typhula incarnata*), der sich aber ausschließlich unter geschlossenen Schneedecken bilden kann (KOCH, 2021).

Der Ausbruch beginnt mit dem Auftreten kleiner, wässrig-grauer Flecken mit einer Größe von vier bis sechs Zentimeter, die optisch an Ölschäden erinnern. Die

Flecken erreichen einen maximalen Durchmesser von 25 cm. Es werden nur die Blätter der Gräser befallen, somit nicht der Vegetationspunkt, der Stiel und die Wurzel der Pflanze. Durch den aktiven äußeren Bereich mit einer rötlichen bis pinken Farbe, wird auch vom Rosa Schneeschnimmel gesprochen. Das Myzel ist dicht und watteartig mit Farbabstufung von grau bis rosa. Eine Regeneration erfolgt aus der Mitte der betroffenen Stelle heraus.

Schneeschnimmel schädigt in erster Linie *Poa annua*, *Agrostis*- und *Lolium perenne*-Gräser, kann aber nahezu alle Rasengräser befallen. Ähnlich wie beim Dollarspot können auch hier Sporen das ganze Jahr in der Filzschicht überdauern und bei den passenden Bedingungen die ersten Blätter befallen. Die Verbreitung der Sporen kann durch Wind und Regen erfolgen, in erster Linie geschieht dies auf dem Golfplatz jedoch durch Spieler und Maschinen und kann demzufolge die ganze Golfanlage treffen (KÜCKENS, 2011).

Für einen Ausbruch liegt das Temperaturoptimum bei Temperaturen zwischen 0 und 8 °C. Bei 3 °C ist der Schneeschnimmel der wichtigste Erreger für Rasenkrankheiten. Dauerhafte Temperaturen unter Null hingegen inaktivieren den Erreger, ebenso wie Temperaturen über 20 °C. Förderlich für Ausbreitung sind hohe Luftfeuchtigkeit, Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt und ungefrorene, aber mit Schnee bedeckte Böden (BASF o.D.).

Zur Bekämpfung und Befallsminde- rung können mechanische, biologische oder chemische Maßnahmen ergriffen werden, wobei letztere die Ausnahme bleiben sollten.



Abb. 2: Schneeschnimmel-Befall auf dem Golfgrün.

(Beide Fotos: C. Drewes)

Mögliche Methoden dazu sind beispielsweise (KÜCKENS, 2011):

- Mechanische Taubeseitigung,
- Verhinderung von Staunässe,
- Filzreduzierung,
- Richtiges Düngemangement vor allem im Herbst und Winter,
- Einsatz von Bodenhilfsstoffen und Pflanzenstärkungsmittel,
- Einsatz von taureduzierenden Mitteln.

Material und Methoden

Versuchsstandort

Für den Versuch wurde ein Gelände im Stadtgebiet von Bad Driburg, das im östlichen Kreis Höxter in Ostwestfalen liegt, gewählt. Hier befindet sich ein 18-Loch-Golfplatz, der am Kurpark Bad Driburg liegt. Der Platz erstreckt sich im nordöstlichen Bereich des Bad Driburger Talkessels und liegt 224 m über dem Meeresspiegel (BAD-DRIBURGER GOLFCLUB, o.J.).

Als Versuchsfläche wurde ein „Chipping Green“ ausgewählt, auf dem sich die Spieler einspielen können. Diese Fläche, im Jahr 1996 erstellt, bot die passenden Abmessungen, um alle Versuchsvarianten unterzubringen.

Auf der Versuchsfläche wächst als Hauptbestandbildner *Poa annua* (Einjähriges Rispengras). Nur vereinzelt befindet sich *Festuca rubra* (Rotschwengel) mit ca. 1 – 2 % im Bestand und im Randbereich ist mit ca. 1 % noch *Agrostis stolonifera* (Flechtstraußgras) vorhanden. Blattkrankheiten wie Dollarspot oder Schneeschimmel können einen erheblichen schädigenden Einfluss auf *Poa annua* dominierten Grüns haben (NICOLUDIS, 2021).

Die Schnitthöhe des Chipping Greens lag über die Saison 2021 bei 3,8 mm und die Stickstoffversorgung betrug 19,5 g N/m².

Versuchsaufbau und -durchführung

Für die Durchführung des Versuchs wurden die in Tabelle 1 aufgelisteten Varianten gewählt.

In Variante 1 wurde nur Wasser auf die Rasenflächen aufgebracht. Diese dienten als Kontrollparzelle. Die Flächen von Variante 2 wurden mit Romeo® behandelt, die Flächen von Variante 3 mit der doppelten Menge Romeo®. In Variante 4 wurde nur Silacon aufgebracht.

Variante 5 verwendete eine Kombination der beiden Mittel und Variante 6 die doppelte Aufwandmenge Romeo® mit

Variante	Name	Kürzel
1	Unbehandelte Probe/Kontrolle	K
2	Romeo® einfache Aufwandmenge	R1
3	Romeo® doppelte Aufwandmenge	R2
4	Silacon	S
5	Romeo® + Silacon	RS1
6	Romeo® doppelte Aufwandmenge + Silacon	RS2

Tab. 1: Übersicht zu den Versuchs-Varianten.



Abb. 3: Versuchsfläche Golfgrün – Aufteilung der Varianten und Blöcke.

Variante	Kürzel	Applikationsmenge/Parzelle	Anteil Wasser/Parzelle
1	K	-	400 ml
2	R1	2,4 g	400 ml
3	R2	4,8 g	400 ml
4	S	6,8 ml	400 ml
5	RS1	2,4 g + 6,8 ml	400 ml
6	RS2	4,8 g + 6,8 ml	400 ml

Tab. 2: Übersicht zu den Applikationsmengen der unterschiedlichen Varianten.

Silacon.

Parzellenanordnung

Auf der Versuchsfläche wurde jede Variante insgesamt viermal wiederholt. Die Felder mit den Varianten 1 bis 6 ergaben jeweils einen Block. Innerhalb dieser vier Blöcke wurden die Varianten zufällig verteilt. Es ergaben sich insgesamt 24 Parzellen. Die Parzellen wurden mit einer Größe von 4 x 2 m angelegt (Abb. 3) und mit Schildern gekennzeichnet.

Applikationsmenge

Das Mittel Romeo® (R) liegt als Pulver in loser Form vor und wurde mithilfe einer digitalen Feinwaage abgewogen. Zusammen mit der entsprechenden Wassermenge wurde es in ein Drucksprühgerät gegeben. In der Variante 2 (R1) wurde die einfache Aufwandmenge Romeo® verwendet, in Variante 3 (R2) die doppelte Menge.

Der Flüssigdünger Silacon (S) wurde mit einer 10-ml-Spritze zur Flüssig-

dosierung zu dem Wasser in der Sprühflasche gegeben.

Die Mischung von Romeo® mit anderen Wirkstoffen ist problemlos möglich, weshalb die Ausbringung der „Mischvarianten“ RS1 und RS2 als Kombination in einem Arbeitsgang möglich war. In Variante 5 (RS1) wurde dabei die einfache Menge Romeo® verwandt, in Variante 6 (RS2) die doppelte Aufwandmenge.

In Variante 1 wurde als Kontrolle (K) lediglich Wasser auf den Flächen ausgebracht.

Es erfolgte eine Umrechnung der Auftragsmenge von Romeo® und Silacon von ha auf m².

Eine genaue Übersicht der Varianten und Applikationsmengen ist in Tabelle 2 gegeben.

Applikationsintervalle

Die Applikationsintervalle von Romeo® und Silacon wurden für diesen Versuch auf jeweils 14 Tage festgelegt. An Regentagen hat sich die Ausbringung um 1 bis 2 Tage verschoben, damit die Mittel nicht vom Regen von der Pflanze abgewaschen wurden und im Boden versickerten.

Die Dauer des Versuchs verlief über knapp sieben Monate. Start des Versuchs war der 25. Mai 2021, die letzte Bonitur fand am 20. Dezember 2021 statt, sodass die beiden Blattkrankheiten Dollarspot und Schneeschimmel mit in den Versuchszeitraum aufgenommen werden konnten.

Ausgewählte Prüfparameter

Zur Beantwortung der Versuchsfragen im Hinblick auf Krankheitsresistenz und Spieleigenschaften des Rasens wurden in der Originalarbeit geeignete Parameter ausgewählt, die dort entsprechend beschrieben wurden.

Hierzu zählten folgende Messungen und Bonituren:

- Deckungsgrad zur Ermittlung der Narbendichte,
- Unkrautfreiheit zur Schätzung des Vorkommens von Fremdgräsern,
- Infektionen/Krankheiten zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit mit Notenskala: 1 = Widerstandsfähigkeit sehr gering, 9 = Widerstandsfähigkeit sehr hoch (befallsfrei),
- Farbe/Vitalität zur Beurteilung des Gesamteindrucks,
- Aspekt als Zusammenfassung der allgemeinen Rasenqualitäten,

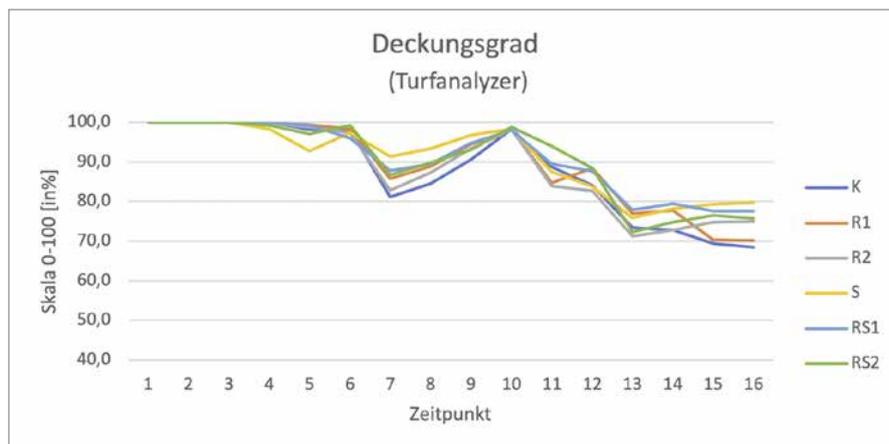


Abb. 4: Verlauf des Deckungsgrades über die Versuchsdauer.

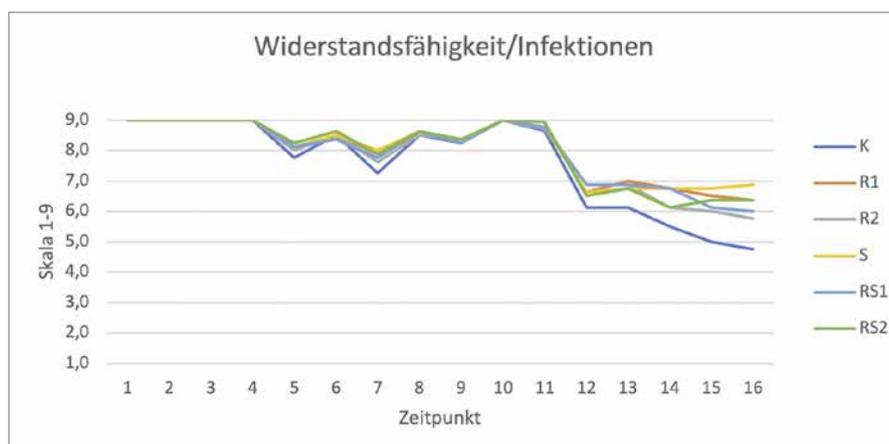


Abb. 5: Verlauf der Infektionen während der Versuchsdauer.

- Ballrolldistanz zur Ermittlung der Grüngeschwindigkeit,
- Oberflächenhärte für ein gut bespielbares Grün,
- Silizium-/Mangananteil im Schnittgut für die Pflanzenstärkung.

Die Randbereiche von 0,25 m jeder Parzelle blieben bei den Bonituren unberücksichtigt.

Ergebnisse

Aus den umfangreichen Untersuchungsergebnissen der Originalarbeit (DREWES, 2023) werden in dieser Veröffentlichung nur ausgewählte Daten präsentiert.

Deckungsgrad

Die Verläufe der Mittelwerte für den Deckungsgrad aller Varianten über den Versuchszeitraum sind in Abbildung 4 dargestellt. Der Deckungsgrad liegt bei allen Varianten zu Anfang bei 100 %. Zum Zeitpunkt 5 sinken fast alle Varianten minimal ab, am stärksten davon die Var. S. Zum Zeitpunkt 7 gibt es einen deutlichen Rückgang des Deckungsgrades, am meisten sind die Var. K und R1

betroffen, am wenigsten die Var S. Bis zum Zeitpunkt 10 steigen die Werte aller Varianten wieder bis kurz vor 100 % an. Ab Zeitpunkt 10 fallen alle Varianten bis zum Versuchsende zum Zeitpunkt 16 auf ihren tiefsten Wert ab, Variante K mit dem geringsten Deckungsgrad, Var. S mit dem höchsten.

Infektionen/Krankheiten

Zu Beginn des Versuchs wiesen alle Varianten keine Infektionen auf und wurden mit den Höchstwerten 9,0 (befallsfrei) bewertet. Im Zeitraum zwischen den Zeitpunkten 5 und 9 fallen alle Werte annähernd gleich leicht, zu den Zeitpunkten 10 und 11 erreichen sie wieder hohe Werte. Ab dem Zeitpunkt 11 fallen die Werte aller Varianten bis zum Ende (Zeitpunkt 16) unterschiedlich stark ab, die Var. S bleibt mit einem Wert von 6,75 (gute Widerstandsfähigkeit) noch am höchsten, die Var. K ist mit < 5 (mittlere bis geringe Widerstandsfähigkeit) am niedrigsten.

Dollarspot

Der Dollarflecken-Befall fing am Zeitpunkt 5 an und hielt sich bei allen Varianten bis zum Zeitpunkt 7 annähernd konstant, Var. K mit ca. 18 Flecken am

höchsten, Var. RS2 mit ca. 8 am niedrigsten. Zum Zeitpunkt 8 gehen die Werte aller Varianten auf unter 5 runter. Einen Höchststand erreichen die Varianten zu Zeitpunkt 9, ehe sie alle mehr oder weniger wieder stark abfallen. Die Var. K hat dabei durchgehend die höchsten Werte, die Var. RS2 durchgängig die tiefsten.

Über alle Zeitpunkte des Befalls (5-11) gemeinsam betrachtet, unterscheiden sich die Varianten beim Dollarspot statistisch nicht signifikant voneinander.

Zu einzelnen Zeitpunkten (zwischen Zeitpunkt 8-11) treten signifikante ($p \leq 0,05$) Unterschiede auf, an Zeitpunkt 11 sind diese mit 5,5 Flecken bei Variante RS 2 im Vergleich zur Kontrolle K mit 23,0 Flecken hoch signifikant ($p \leq 0,05$). Aufgrund der vielen Einzelwerte sind im Original die signifikanten Unterschiede dieser Bonitur tabellarisch aufgeführt.

Schneeschnitzel

Ab dem Zeitpunkt 12 beginnt der Befall mit Schneeschnitzel und zieht sich bis zum Versuchsende (Zeitpunkt 16) durch. Zu Beginn des Befalls sind die Flächen zwischen 20 % (Var. RS1) und 30 % (Var. K) stark betroffen. Der Befall steigt bis zum Ende des Versuchs bei fast allen Varianten an. Die Var. S bleibt mit 23 % vom Zeitpunkt 12 bis 16 ziemlich beständig. Die Var. K ist zum Zeitpunkt 15 und 16 mit 45 % fast doppelt so stark vom Schneeschnitzel befallen. Die anderen Varianten ordnen sich mit ihrer Befallsstärke dazwischen ein.

Beim Schneeschnitzel unterscheiden sich die Varianten über alle Zeitpunkte betrachtet gemeinsam statistisch nicht signifikant voneinander. Zu einzelnen Varianten bei allen Zeitpunkten (Zeitpunkt 12-16) treten statistisch signifikante ($p \leq 0,05$) Unterschiede auf, an zwei Zeitpunkten sind sie zwischen Variante S mit 23 % Befall und K mit 45 % Schneeschnitzelanteil hoch signifikant ($p \leq 0,05$). Aufgrund der vielen Einzelwerte sind auch hier die signifikanten Unterschiede dieser Bonitur in der Originalarbeit tabellarisch aufgeführt.

Oberflächenhärte

Die Messungen der Oberflächenhärte über den Versuchszeitraum ergaben zu keiner Zeit signifikante Unterschiede. Zu Beginn des Versuchs lagen alle Varianten über dem Clegg-Wert von 100 Gm. Zum Jahres- und auch Versuchsende fielen alle Werte unter 75 Gm. Abb.

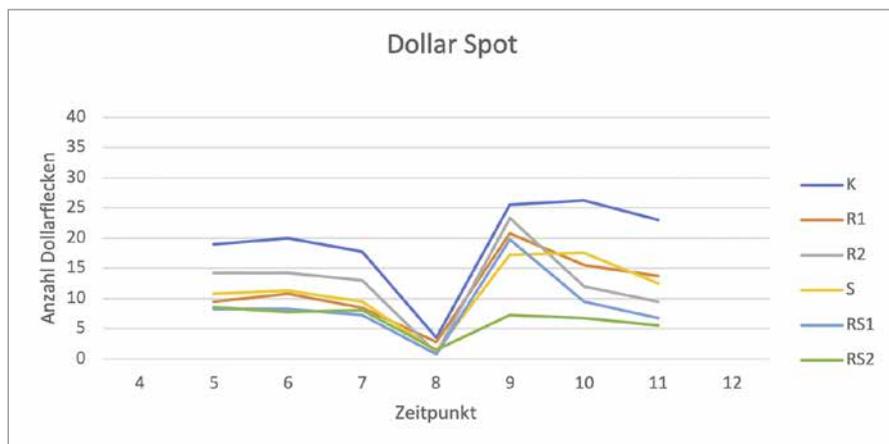


Abb. 6: Intensität der Dollarspot-Flecken auf dem Grün.

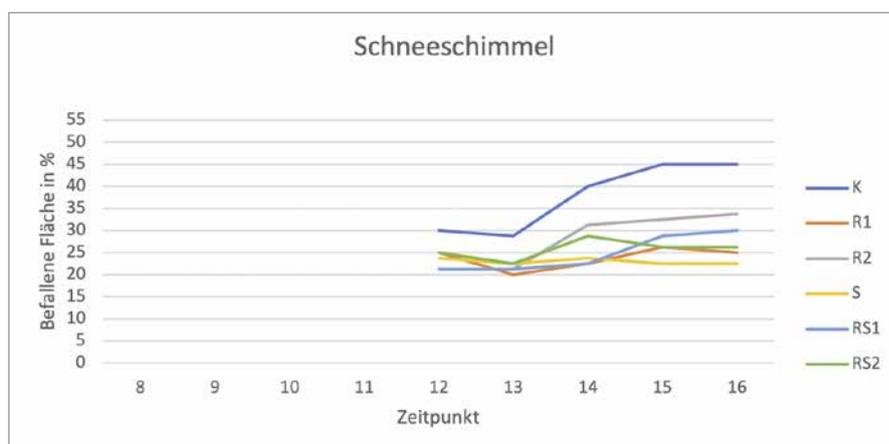


Abb. 7: Intensität der Schneeschnitzel-Ausbreitung.

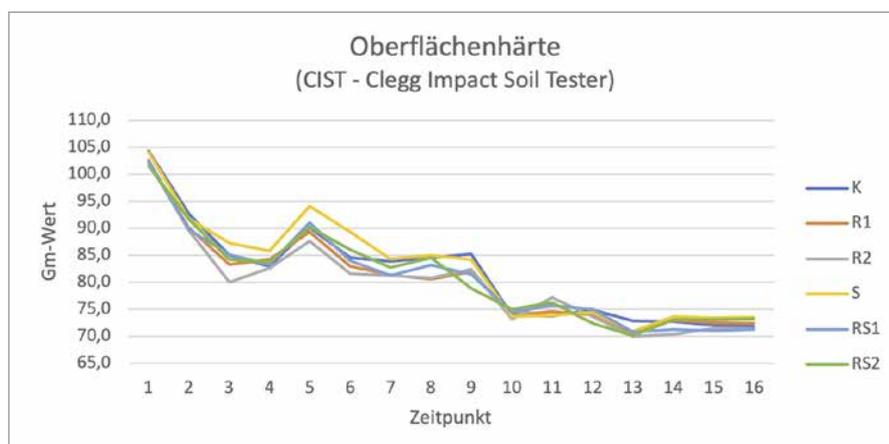


Abb. 8: Veränderung der Oberflächenhärte auf dem Golfgrün im Jahresverlauf.

8 zeigt die Mittelwerte der einzelnen Varianten über den Versuchszeitraum. Auffallend ist, dass alle Werte vom Zeitpunkt 1 bis 3 ziemlich zügig abfallen, ehe sie bis Zeitpunkt 5 wiederum fast die Hälfte ansteigen (ca. 90 Gm). Bis Zeitpunkt 9 sinken die Werte auf ca. 85 Gm. Danach sinken sie zum Zeitpunkt 10 erneut auf ca. 75 Gm, bevor sich die Werte anschließend bis zum Zeitpunkt 15 auf 70 bis 75 Gm einpendeln.

Diskussion

Die Auswertung der Ergebnisse aller Bonituren hat gezeigt, dass sich die Varianten über alle Zeiträume gemeinsam betrachtet statistisch nicht signifikant voneinander unterscheiden. Dennoch gab es zu einzelnen Zeitpunkten statistisch signifikante Unterschiede. Viele der Bonituren haben Einfluss untereinander, so wirkt es sich beispielsweise auf den Deckungsgrad aus, wenn eine Fläche

von Krankheiten befallen wird. Weiterhin wirkt es sich auf den Aspekt aus, wenn die Vitalität und der Deckungsgrad betroffen sind.

Deckungsgrad

Bei der Betrachtung der Ergebnisse des Deckungsgrades fällt auf, dass die Werte aller Varianten überwiegend in zwei Zeiträumen deutlich abgefallen sind. Wie zu erwarten war, stellen diese zwei Zeiträume die Hauptinfektionszeiten der beiden Rasenkrankheiten Dollarspot und Schneeschimmel dar, da hier die Pflanzen geschädigt werden und der Anteil an lebendem Pflanzenmaterial zurück geht. Der Deckungsgrad betrug zu den ersten vier Zeitpunkten bei allen Varianten fast 100 %, bis hierher waren keine Gräserausfälle zu verzeichnen, bis zum Zeitpunkt sechs immerhin noch über 95 %. Der erste signifikante Unterschied zum Zeitpunkt fünf (Var. S zu Var. R1) lässt sich mit einer beginnenden partiellen Infektion des Dollarspot erklären.

Beim Deckungsgrad zeigt sich die erste Hauptinfektionszeit zu den Zeitpunkten sieben bis neun. Hier schneidet die Var. S (Werte von 91, 93 und 97 %) mit signifikanten Unterschieden zur Kontrollvariante (81, 84, 91 %) deutlich am besten ab. Auch die Kombinationsvariante RS1 (88 %) kann am Zeitpunkt sieben einen signifikanten Unterschied zu Var. K aufweisen.

Dass *Poa annua* ein sehr krankheitsanfälliges Gras ist, zeigt der schnelle und starke Krankheitsbefall zum Zeitpunkt sieben. Trotz des teilweise starken Krankheitsbefalls (siehe Dollarspot), kann sich *Poa annua* gut wieder regenerieren (NICOLUDIS, 2021). Die kleine Düngergabe zwischen dem Zeitpunkt sieben und acht, hat sich zudem noch positiv darauf ausgewirkt, da zum Zeitpunkt zehn der Deckungsgrad bei allen Varianten wieder über 98 % beträgt.

Der große Infektionsdruck des Schneeschimmels wirkte sich zur zweiten Hauptinfektionszeit im Herbst/Winter beim Deckungsgrad auf dem Grün deutlich aus. Die Werte aller Varianten fielen unter 80 %. Hier schneiden die beiden Varianten S und RS1 noch am besten ab, wenn auch nicht statistisch signifikant. Eine kaliumbetonte Düngung mit einem Stickstoffanteil von 3,0 bis 4,5 g N/m² zwischen den Zeitpunkten elf und zwölf kann die Gefahr eines Schneeschimmelbefalls und somit die Deckungsgradverluste reduzieren (THIEME-HACK, 2018). Zwar geht das Sprosswachstum bei unter 8 °C zurück,

aber die Nährstoffaufnahme und das Wurzelwachstum sind noch nicht eingeschränkt.

Um den Deckungsgrad konstant hochzuhalten, gilt es, den Infektionsdruck so gering wie möglich zu halten. Fehlstellen durch mechanische Auswirkungen waren.

Dollarspot

Die Verläufe der Varianten beim Dollarspot zeigten eine klare, wenn auch nur vereinzelt signifikante Tendenz. Der Vergleich der verschiedenen Varianten zeigte, dass die Behandlung mit Variante RS2 den über den gesamten Infektionsverlauf niedrigsten Befall zur Folge hatte. Dieser lag im höchsten Fall bei einem Wert von acht Dollarflecken. In der Kontrollprobe fiel der Wert gut dreimal so hoch aus (26 Dollarflecken) und war damit zu den Zeitpunkten acht, zehn und elf statistisch signifikant. Die Kontrollvariante schnitt durchgehend am schlechtesten ab, wenn auch nur am Ende signifikant. Auch die andere Kombinationsvariante RS1 zeigte zu Anfang des Befalls genauso geringe Werte wie RS2 und war auch zum Zeitpunkt elf statistisch signifikant zur Kontrollprobe. Die Kombination der beiden Mittel Romeo® und Silacon zeigte eine gute Wirkung auf den Dollarspot, sie hemmt den Ausbruch des Befalls und verhindert, dass dieser sich weiter ausbreitet. Das Zusammenspiel der beiden Mittel liefert in diesem Fall eine stärkere Wirkung als die einzelnen Solo-Varianten, sodass die Dollarspot-Sporen eine deutlich geringere Chance hatten sich auszubreiten und zu keimen. Auch die Solo-Varianten zeigten positive Erfolge gegenüber der Kontrollvariante, wenn auch nicht signifikant.

Auffällig war, dass der Befall zum Zeitpunkt acht in allen Varianten einmal rückläufig war. Die gute Regenerationsfähigkeit der *Poa annua* in Kombination mit der Düngung waren vermutlich der Auslöser für einen temporären Erfolg.

Die statistische Auswertung zeigte einen Trend zu einer Blocksignifikanz (Block 4 zu Block 1) an. Eine Verbreitung der Infektionen von anderen Grüns auf dem Golfplatz ist möglich. Da an der unteren Seite des Block 4 die Zuwegung entlangführt, kann es gut sein, dass der Befall durch Pflegemaschinen und/oder Sportler auf das Grün eingeschleppt wurde (HENLE, 2012). Die Auswertung des Befalls in Abhängigkeit von der Variante und des Zeitpunkts zeigte, dass in der Kontrollvariante der höchste Befall zum Zeitpunkt zehn auftrat, während-

dessen alle anderen Varianten schon rückläufig waren.

Schneeschimmel

Für den Schneeschimmel-Befall wurden zwischen den Zeitpunkten zwölf und sechzehn Messungen durchgeführt, also zum Ende des Versuchszeitraums, der bis zum Winteranfang ging. Zum Zeitpunkt zwölf gab es einen Trend, dass der Schneeschimmel-Befall in Block 4 höher als in den Blöcken 1 bis 3 war. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass der Befall auf einer Seite des Versuchsgeländes ausbrach und vorher durch Pflegemaschinen und Sportler eingeschleppt wurde (siehe Dollarspot).

Im Vergleich der verschiedenen Varianten zeigten sich mehrere statistische Unterschiede zwischen der Kontrollvariante zu der Variante S sowie den beiden Kombinationsvarianten RS1 und RS2. Die Behandlung mit Silacon sowie der Kombination beider Mittel bewirkte in jedem Fall einen geringeren Schneeschimmel-Befall. Der niedrigste Wert zu Anfang des Befalls wurde durch die Variante RS1 erreicht und zum Ende des Befalls von der Variante S, der nur den Flüssigdünger Silacon beinhaltet. Hier trat die größte Differenz der Mittelwerte auf, wodurch festgestellt werden kann, dass die Aufbringung von Silacon einen hoch signifikanten Effekt (mit $p < 0,01$) auf den Befall mit Schneeschimmel am Zeitpunkt fünfzehn und sechzehn hatte. Da Silacon zur Stärkung der Pflanzen und zur Bereitstellung von pflanzenverfügbarem Silizium eingesetzt wurde, selbst aber keine fungizide Wirkung hat, ist dies ein deutlicher Indikator für den großen Einfluss des allgemeinen Gesundheitszustands des Rasens. Ein ausreichend mit Nährstoffen versorgter Rasen kann also laut den Ergebnissen dieses Experimentes einem Befall durch Schneeschimmel besser widerstehen. Durch Silacon werden unter anderem die Zellwände der Rasenpflanzen gestärkt und die Vitalität erhöht. Letzteres konnte ebenfalls im Experiment bestätigt werden. Durch die verstärkten Zellwände ist außerdem die Sporenkeimung des Schneeschimmels erschwert.

Da alle drei Varianten, die den Flüssigdünger Silacon enthalten, gute Ergebnisse gegen den Befall mit Schneeschimmel erzielt haben, und der Unterschied unter den drei Varianten nicht besonders groß war, können weitere Tests Aufschluss darüber geben, welche der Varianten am effektivsten ist.

Wettereinflüsse zeigen an, wann der

Befall starten kann, um präventive Maßnahmen zu beginnen. Da Schneeschimmel-Infektionen besonders bei hoher Luftfeuchtigkeit und niedrigen Temperaturen zwischen 0 und 8 °C auftreten, war der Befall typisch für die Jahreszeit. Im Versuch zeigten die mittleren Tagestemperaturen bereits Mitte Oktober regelmäßig Werte unter 10 °C und bis Ende Dezember sanken die Werte bis etwa 2 °C ab. Auch der Niederschlag nahm bis Ende November zu und hielt sich im Dezember auf einem leicht erhöhten Wert, mit Niederschlagshöhen von bis zu 18 mm täglich. Durch die erhöhte Luftfeuchtigkeit und die Verbreitung der Sporen durch Regen lässt sich der starke Anstieg zum Ende des Messzeitraums erklären (KÜCKENS, 2011).

Durch die Aufbringung der Mittel Romeo® und Silacon wurde der Befall nicht vollständig unterbunden. Allerdings zeigte sich im paarweisen Vergleich der Varianten deutlich, dass zum Ende der Messungen die Kontrollvariante zum Zeitpunkt fünfzehn, mit einem mittleren Befall von 45 %, eine wesentlich höhere Infektion aufwies als die restlichen Kombinationen (20 – 25 %).

Zur Verhinderung eines Schneeschimmelfalls sollte in Betracht gezogen werden, nicht nur auf die präventive und kurative Wirkung von PSM zu setzen, sondern auch Wetterdaten genau zu analysieren, um mögliche Ausbrüche genauer vorhersagen zu können. So können geeignete Zeitpunkte gewählt werden, um die Aufbringung der Mittel zeitlich abzustimmen und einen Fungizideinsatz zu minimieren.

Ausblick

Bei der Beachtung eines nachhaltigen Rasenpflegemanagements rücken verstärkt alternative Verfahren zum Pflanzenschutz in den Fokus. Zum Beispiel werden seit 2020 neue Techniken und alternative Systeme von der Rasenforschungsgruppe NIBIO untersucht, um Krankheiten im Rasen zu bekämpfen. Dazu zählen u. a. die UV-C-Behandlung der Gräser oder das Rolling von Grüns. Hier werden hemmende Effekte auf Dollarspot geprüft. Auch bei STERF (Scandinavian Turf and Environmental Research Foundation) setzt man seit vielen Jahren den Schwerpunkt auf die Verwendung von Gräserarten und Sorten mit guten Resistenzeigenschaften bei den wesentlichen Rasenkrankheiten wie Dollarspot und Schneeschimmel (HESSELSØE et al., 2020).

Die Einführung eines Frühwarnsystems, wie es bereits für Dollarspot in den USA getestet wird, könnte zukünftig auf den Befall mit anderen Erregern ausgeweitet werden (SMITH et al., 2018).

Literatur

BAD DRIBURGER GOLFCLUB, o. J.: Homepage Bad Driburger Golfclub; <https://www.bad-driburger-golfclub.de/index.php?id=28>

BASF (o.D.): Schneeschimmel, <https://www.agrar.basf.de/de/Services/Schaderreger-Lexikon/Pilzkrankheiten/Krankheit-Ganzpflanze/Schneeschimmel/> (abgerufen am 08.12.2022).

DGV, 2013: Leitlinien zum Integrierten Pflanzenschutz (IPS) für eine zielgerichtete und nachhaltige Golfplatzpflege. 2. Auflage.

DREWES, C., 2023: Einsatz eines Biofungizids in Kombination mit Silizium zur Verbesserung der Krankheitsresistenz und Spieleigenschaften auf einem Golfgrün. Masterarbeit, Hochschule Osnabrück.

GMGK, 2024: Nachhaltige Sportrasenpflege nach den Grundsätzen des Integrierten Pflanzenschutzes, PSM-Tabelle. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn; https://www.golfmanager-greenkeeper.de/fileadmin/content/Importe_gk_ra/2024/0124/150404_PSM_Tabellen_01.pdf (abgerufen am 05.06.2024)

HENLE, W., 2012: Dollarflecken (*Sclerotinia homoeocarpa*). Bestimmung von Rasenkrankheiten. In: Greenkeepers Journal, S. 28-30.

HESSELSØE, K.J., T. ESPEVIG und W. PRÄMASSING, 2020: Integrierter Pflanzenschutz für wichtige Rasenkrankheiten und Insektenschädlinge auf europäischen Golfplätzen – das „IPM-Project 2020-2023“. RASEN · TURF · GAZON 2020 (2/2020), S. 52-53.

HOLZ, U., 2014: Fungizide Wirkstoffgruppen im Überblick – Grundlage für ein gezieltes Anti-Resistenz-Management, [isip.de](https://www.isip.de/isip/servlet/resource/blob/187122/fffdf75cf1e2cf2d5ddc6a-2abec06/obstbau---fungizide-wirkstoffgruppen-im-ueberblick-data.pdf), [online] <https://www.isip.de/isip/servlet/resource/blob/187122/fffdf75cf1e2cf2d5ddc6a-2abec06/obstbau---fungizide-wirkstoffgruppen-im-ueberblick-data.pdf> (abgerufen am 08.12.2022).

INTRACHEM (o. J. a): Romeo – Produktdatenblatt. Intrachem Bio Deutschland GmbH & Co KG, Bad Camberg; [intrachem-bio.de](https://www.intrachem-bio.de/site/assets/files/2455/romeo_zierpflanze_und_rasen_beileger_fuer_kunden.pdf), [online] https://www.intrachem-bio.de/site/assets/files/2455/romeo_zierpflanze_und_rasen_beileger_fuer_kunden.pdf (abgerufen am 08.12.2022).

INTRACHEM (o. J. b): Romeo – Brochüre. Intrachem Bio Deutschland GmbH & Co KG, Bad Camberg; [intrachem-bio.de](https://www.intrachem-bio.de/site/assets/files/2455/romeo_v3.pdf), [online] https://www.intrachem-bio.de/site/assets/files/2455/romeo_v3.pdf (abgerufen am 08.12.2022).

INTRACHEM (o. J. c): Silacon – Produktdatenblatt. Intrachem Bio Deutschland GmbH & Co KG, Bad Camberg; [intrachem-bio.de](https://www.intrachem-bio.de), [online] <https://www.intrachem-bio.de>

[de/site/assets/files/2504/silacon_produktdatenblatt_2022-10-06.pdf](https://www.intrachem-bio.de/site/assets/files/2504/silacon_produktdatenblatt_2022-10-06.pdf) (abgerufen am 08.12.2022).

JKI, 2016: Pflanzenschutzmittel-Resistenz - Anforderungen an den Landwirt. Hg. v. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. [online] Julius Kühn-Institut, https://www.juliuskuehn.de/ex_anwendung/downloadFatPdf.php?file=2016-Zwenger.pdf, (abgerufen am 12.01.2023).

KOCH, P. L. und K. HOCHMEYER, 2021: Iron sulfate and phosphite products fail to suppress snow mold on amenity turfgrass in Wisconsin, Crop, Forage & Turfgrass Management 7 (2), e20138, [online] <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cft2.20138> (abgerufen am 08.12.2022).

KÜCKENS, D., 2011: Schneeschimmel – keine reine Winterkrankheit! Bestimmung von Rasenkrankheiten. In: Greenkeepers Journal, S. 40-42.

NICOLUDIS, Z., 2021: Die Besonderheiten des Managements von Poa annua Putting Greens. Hg. v. United States Golf Association (USGA) (Jahrgang 59, Ausgabe 10). Online verfügbar unter https://www.usga.org/content/usga/home-page/course-care/green-section-record/59/10/the-ins-and-outs-of-managing-poa-annua-putting-greens.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=de&_x_tr_hl=de&_x_tr_pto=sc, (abgerufen am 22.12.2022).

SALGADO-SALAZAR, C., L.A. BEIRN, A. ISMAIEL, M.J. BOEHM, I. CARBONE, A.I. PUTMAN, L.P. TREDWAY, B.B. CLARKE and J.A. CROUCH, 2018: Clarireedia: A new fungal genus comprising four pathogenic species responsible for dollar spot disease of turfgrass, Fungal Biology 122 (8), S.761-773, [online] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878614618300655> (abgerufen am 08.12.2022).

SMITH, L. D., J.P. KERNS, N.R. WALKER, A.F. PAYNE, B. HORWARTH, J.C. NGUAGIATO, J.E. KAMINSKI, M. TOMASO-PETERSON and P.L. KOCH, 2018: Development and validation of a weather-based warning system to advise fungicide applications to control dollar spot on turfgrass, PLoS One 13(3): e0194216, [online] <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194216> (abgerufen am 08.12.2022).

Autoren:

M. Eng. Christof Drewes
christof-drewes@gmx.de

Prof. Dr. Wolfgang Prämaßing
Hochschule Osnabrück
Nachhaltiges Rasenmanagement
w.praemassing@hs-osnabrueck.de

Prof. Martin Thieme-Hack
Hochschule Osnabrück
ILOS-Institut für Landschaftsbau,
Sportanlagen und Grünflächen
Emsweg 3, D-49090 Osnabrück
m.thieme-hack@hs-osnabrueck.de