

Die Aktivierung des Bodenlebens: Wie können bereits vorhandene Nährstoffe in Vegetationstragschichten freigesetzt werden?

Thanheiser, S., G. Lung, W. Rosser, M. Schmid und G. Armbruster

Zusammenfassung

Wie wirkt sich ein spezieller biologischer Bodenhilfsstoff auf die Qualität eines Golf-Greens aus? Um dieser Frage nachzugehen, wurde im Golf-Club Lindau-Bad Schachen ein Test-Green über mehrere Monate behandelt und intensiv untersucht. Während die Testfläche mit einem Bodenhilfsstoff versorgt wurde, blieb die Kontrollfläche unbehandelt. Die Ergebnisse sind vielversprechend: Das Bodenleben nahm deutlich zu – insbesondere die Nematodenpopulation, was auf eine verbesserte Nährstoffverfügbarkeit hindeutet. Gleichzeitig reduzierte sich der Rasenfilz und die Wurzeln entwickelten sich besser. Die Testfläche zeigte außerdem eine leicht erhöhte Härte. Doch nicht nur die Bodenuntersuchungen liefern spannende Erkenntnisse. Die Klimadatenanalyse zeigt eine klare Tendenz: Seit den 1990er Jahren steigen die Temperaturen, extreme Wetterereignisse nehmen zu und Trockenperioden werden intensiver. Diese Entwicklungen könnten künftig die Pflege und Belastbarkeit von Golf-Greens maßgeblich beeinflussen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung liefern wertvolle Hinweise für die nachhaltige Rasenbewirtschaftung.

Summary

What effect does a special biological soil additive have on the quality of a golf green? To investigate this question, a test green at the Lindau-Bad Schachen Golf Club was treated and intensively examined over several months. While the test area was treated with a soil additive, the control area remained untreated. The results are promising: Soil life increased significantly – especially the nematode population, which indicates improved nutrient availability. At the same time, turf thatch was reduced and the roots developed better. The test area also showed a slight increase in hardness. But it is not only the soil tests that provide exciting findings. The climate data analysis shows a clear trend: Temperatures

have been rising since the 1990s, extreme weather events are increasing and periods of drought are becoming more intense. These developments could have a significant impact on the maintenance and resilience of golf greens in the future. The results of this study provide valuable information for sustainable turf management.

Einleitung

Boden besteht aus organischem und anorganischem Material. Zum anorganischen Material zählen Sand und Steine, die aus Mineralen bestehen. Zum organischen Material zählen das Bodenleben (Edaphon) wie Mikroorganismen oder Würmer und abgestorbene Pflanzenreste (Humus) wie Blätter oder Wurzeln. Die Mikroorganismen spielen eine Schlüsselrolle beim Prozess der Humifizierung, bei dem organisches Material zunächst in Huminstoffe umgewandelt wird und der Nitrifikation, bei der anschließend die Nährstoffe aus organischen Substanzen in eine für Pflanzen verfügbare Form, wie Nitrat, umgewandelt werden. Durch diese biochemischen Prozesse werden wichtige Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium aus den Pflanzenresten und anderen organischen Substanzen wieder freigesetzt. Diese Nährstoffe stehen Pflanzen dann wieder in anorganischer Form zur Verfügung. Der Kreislauf dieser Elemente im Boden sorgt dafür, dass Pflanzen kontinuierlich mit den benötigten Nährstoffen versorgt werden und der Boden seine Fruchtbarkeit erhält.

Rasenfilz und seine Auswirkungen

Auf Sportrasenflächen besteht das an der Oberfläche abgestorbene Pflanzenmaterial (Streu) hauptsächlich aus dem Schnittgut der Rasengräser. Sammeln sich zusätzlich abgestorbene Pflanzenteile wie Wurzeln, Rhizome und Ausläu-

fer an der Bodenoberfläche an, entsteht Rasenfilz. Die Ursache für Rasenfilz ist unter anderem ein gestörtes Bodenleben durch Bodenverdichtungen und Staunässe, die die Versorgung der Graswurzeln mit Luft und Nährstoffen beeinträchtigen. Rasenfilz, engl. auch Thatch genannt, besteht hauptsächlich aus dem Übergangsbereich zwischen Wurzeln und Spross. Der Holzanteil (Ligningehalt) in diesen Pflanzenteilen ist höher als in den grünen Blättern, weshalb der mikrobielle Abbau länger dauert. Rasenfilz verhindert die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Rasengräser und beeinträchtigt somit die Vitalität. Eine dichte Filzschicht bietet außerdem ideale Bedingungen für das Entstehen von Rasenkrankheiten, wie Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) oder Rotschmelze (*Laetisaria fuciformis*), da sie Feuchtigkeit speichert und die Belüftung hemmt (MÜLLER-BECK, 2020).

Die Bekämpfung von Rasenfilz kann durch regelmäßiges Vertikutieren und/oder Striegeln erfolgen, um die Filzschicht mechanisch zu entfernen und die Belüftung des Bodens zu verbessern (FLL, 2008).

Biologische Bodenhilfsstoffe

Der Anteil an organischer Substanz in einer Rasentragschicht kann auch durch Bodenhilfsstoffe verändert werden. Verschiedene biologische Bodenhilfsstoffe können gezielt das Bodenleben fördern, indem sie Mikroorganismen direkt enthalten oder deren Aktivität stimulieren.

- **Effektive Mikroorganismen (EM)** bestehen aus einer Mischung von Milchsäurebakterien, Hefen und Photosynthesebakterien, die synergistisch wirken, um organische Substanzen abzubauen und bodenbürtige Krankheitserreger zu unterdrücken (HIGA & PARR, 1994). Sie werden häufig zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft und im Gartenbau eingesetzt.



Abb. 1: Lage der Test- und Kontrollfläche (Quellen: Google Maps, 2025, S. Thanheiser).

- **Mykorrhiza-Pilze** sind symbiotische Pilze, die in der Rhizosphäre mit Pflanzenwurzeln interagieren und die Wasser- und Nährstoffaufnahme verbessern. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Mobilisierung von Phosphor und erhöhen die Stresstoleranz der Pflanzen (SMITH & READ, 2008).

- **Trichoderma-Pilze** sind bekannte Bodenbewohner mit antagonistischen Eigenschaften gegen verschiedene phytopathogene Pilze. Sie fördern das Pflanzenwachstum durch Induktion von Resistenzmechanismen und die Mobilisierung von Nährstoffen (HARMAN, 2000).

- **Komposttee und Wurmhumus** enthalten eine hohe Dichte an Bakterien, Pilzen und Protozoen, die das mikrobielle Gleichgewicht im Boden stabilisieren. Diese organischen Substrate steigern die mikrobielle Diversität und Aktivität, wodurch die Verfügbarkeit von Nährstoffen verbessert wird (INGHAM, 2005).

- **Bokashi**, eine fermentierte organische Substanz, wird durch anaerobe Milchsäuregärung hergestellt und enthält eine Vielzahl mikrobieller Stoffwechselprodukte, die das mikrobielle Bodenleben anregen und den Humusaufbau fördern (TERURO, 1993).

Der Anteil an organischer Substanz in einer Rasentragschicht lässt sich demzufolge durch die Zugabe organischer Substanz mit der Zeit verringern. Das liegt daran, dass ein Teil der organischen Substanz, das Edaphon, lebt und den vorhandenen toten organischen Anteil, den Humus, zersetzt.

Material und Methoden

Der Golf-Club Lindau-Bad Schachen e.V. liegt unweit des Bodensees. Das Test-Green befindet sich auf einer Höhe

von rund 450 m über NN und liegt 2,5 km Luftlinie nördlich des Bodensees. Abbildung 1a zeigt die Lage des Test Greens auf dem Golfplatz, Abbildung 1b das Green am 18.06.2024 und Abbildung 1c die Lage der Test- und Kontrollfläche auf dem Green.

Das Bodenhilfsmittel *BioDenit Coccal* wurde auf der Testfläche ausgebracht, während die Kontrollfläche unbehandelt blieb, um die Effekte auf die Bodenbiologie zu quantifizieren. Das Präparat enthält natürliche mineralische Komponenten und wird gezielt zur Förderung biologischer Prozesse eingesetzt. Es findet sowohl in der Kompostierung als auch in tierhaltenden Systemen Anwendung, wo es zur Stabilisierung mikrobieller Prozesse beiträgt. Aufgrund seiner Eigenschaften unterstützt es die Aktivität nitrifizierender und denitrifizierender Mikroorganismen. *BioDenit Coccal* weist im Eluat einen pH-

Wert von 6,7 sowie eine elektrische Leitfähigkeit von $0,39 \mu\text{S}/\text{cm}$ auf, was auf eine nahezu neutrale Reaktion und einen geringen Salzgehalt hinweist. Das Präparat wird als biologischer Zusatz für Komposte und Hühnerställe eingesetzt. Ziel der Anwendung ist die Steigerung der Bakterienzahl und Enzymaktivität im Boden. In Abbildung 2a ist das Produkt mit Maßstab dargestellt. Die Kornform ist kantengerundet. In den Abbildungen 2b – d zeigen Makroaufnahmen detailliertere strukturelle Merkmale.

Auf der Testfläche des Greens wurde der Bodenhilfsmittel im Testzeitraum zwischen September 2023 und April 2024 insgesamt fünf Mal in einer Menge von $20 \text{ g}/\text{m}^2$, verbunden mit mechanischen Pflegemaßnahmen, ausgebracht. Eine Übersicht über die Pflegemaßnahmen und die Ausbringung ist in Tabelle 1 enthalten.

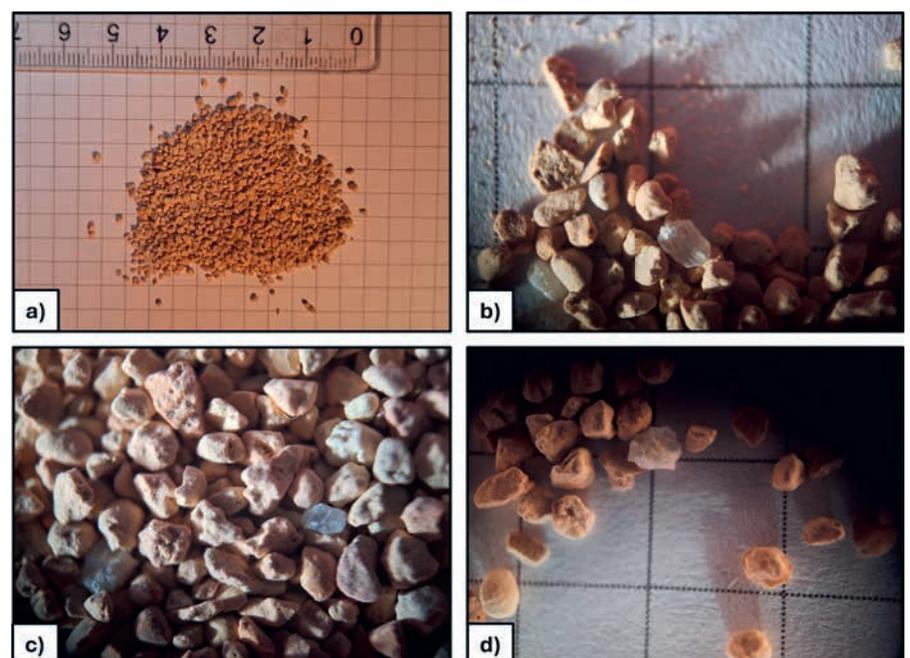


Abb. 2: BioDenit Coccal (Fotos: S. Thanheiser).

Datum	Mechanische Maßnahmen*	Ausbringung**
16.09.2023	Aerifizieren mit 16 mm Hohlspoons	20 g/m ² BioDenit Coccal, Sand
20.10.2023	Aerifizieren mit 16 mm Hohlspoons	20 g/m ² BioDenit Coccal, Sand
30.11.2023	Aerifizieren mit 16 mm Hohlspoons	20 g/m ² BioDenit Coccal, Sand
18.12.2023	Tiefenlockerung mit 12 mm Vollspoons mit 3-4% Brechwinkel	20 g/m ² BioDenit Coccal, Sand
08.04.2024	Aerifizieren mit 16 mm Hohlspoons	20 g/m ² BioDenit Coccal, Sand

*gesamtes Green

** Testfläche vgl. Abbildung 1c

Tab. 1: Pflegemaßnahmen im Testzeitraum September 2023 – April 2024 (Quelle: M. Schmid, 2024).

Klimadatenanalyse

Die klimatischen Bedingungen des Standorts spielen eine zentrale Rolle für die Aktivität des Bodenlebens und die Nährstoffdynamik in der Rasentragschicht. Klimadaten bieten daher wertvolle Hinweise für die Düngung, Pflege und Optimierung der Sportrasenflächen. Vor allem im Hinblick auf die Düngung macht es wenig Sinn, diese in den Monaten auszuführen, die eine signifikante Zunahme extremer Niederschläge verzeichnen, da diese Niederschläge den Dünger schnell aus der Rasentragschicht auswaschen können. Für die Untersuchungen wurden Klima- und Wetterdaten seit 1990 ausgewertet. Die Daten stammen von der nächstgelegenen Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Sigmarszell (Allgäu). Die höchsten Temperaturen werden in den Monaten Juli und August, mit durchschnittlich rund 18 °C, erreicht. Die Niederschlagsmengen sind im Juli mit 178,8 mm am höchsten, gefolgt von August mit 173,6 mm.

Die statistische Auswertung der Temperatur- und Niederschlagsveränderungen zeigt signifikante Entwicklungen seit den 1990er Jahren: Im Januar (+63,4 mm), Mai (+69,1 mm) und August (+49,9 mm) sind die Niederschläge deutlich angestiegen. Dabei ist der Anstieg im August auf konvektive Gewitterereignisse zurückzuführen. Die Temperaturen sind seit 1990 insgesamt angestiegen, vor allem im Juni (+3,3 °C). Im Juni (-67,7 mm) und November (-59,4 mm) wird es zunehmend trockener.

Veränderung extremer Wetterereignisse

Aufgrund der Temperaturerhöhung steigt der atmosphärische Wasserdampfgehalt, weshalb es zu einer Zunahme extremer Niederschlagsereignisse kommt. Es ist zu beobachten, dass in den Sommermonaten zunehmend häufiger extreme Niederschläge und langanhaltende Trockenperioden auftreten. Die Daten deuten auf eine Veränderung der Wetterbedingungen und auf eine zunehmende Häufigkeit von Extremereignissen hin. Ein auffälliges Muster zeigt sich in den Übergangsmonaten April und September, die zunehmend von Trockenperioden betroffen sind.

Probenahme

Das Green wurde am 13.03., 18.06. und 06.08.2024 untersucht und beprobt. Die Bodenproben vom 13.03.2024 wurden je auf der Test- und Kontrollfläche (vgl. Abbildung 1c) aus dem Wurzelbereich ab ca. 7 cm Tiefe entnommen. Die Proben vom 18.06.2024 wurden aus dem oberen Bereich der Rasentragschicht zwischen 0 und 5 cm sowie aus dem unteren Bereich der Rasentragschicht zwischen 5 und 10 cm entnommen. Die Rasennarbe wurde jeweils entfernt. Die unterschiedlichen Entnahmetiefen ermöglichen es, Unterschiede in der Verteilung der organischen Substanz innerhalb der Rasentragschicht zu untersuchen. Die im Rahmen der Felduntersuchungen ermittelte Wurzeltiefe betrug im März 2024 13 cm und im Juni 2024 16 cm.

Härtemessung

Die Härte eines Golf-Greens hat direkten Einfluss auf das Spielverhalten. Einheitlich harte Greens stehen für eine hohe Platzqualität. Eine regelmäßige Überprüfung ist entscheidend, um optimale Bedingungen für Spielende und auch für das Greenkeeping zu gewährleisten. Untersuchungen zeigen, dass der ideale Härtebereich für Golfgreens zwischen 70 und 125 Gm liegt. Werte unter 50 Gm führen zu weichen, schwer bespielbaren Oberflächen, während Werte über 140 Gm das Ballverhalten negativ beeinflussen. Auf professionellen Greens wird ein optimaler Bereich zwischen 78 und 122 Gm empfohlen (GELERENTER et al., 2006). Eine gezielte Härtemessung ermöglicht es, Pflegemaßnahmen präzise anzupassen – sei es durch Anpassung der Beregnung, Aerifizier- und Lockerungsmaßnahmen oder Topdressen bzw. Besanden. Die Oberflächenhärte des Greens wurde mit dem Clegg Impact Soil Tester (CIST – 2,25 kg) gemäß DIN EN 14954 (DIN, 2006) bestimmt.

Für Golf-Greens stehen sowohl das 0,5 kg- als auch das 2,25 kg-Modell des CIST zur Verfügung. In dieser Untersuchung wurde das 2,25 kg-Modell des CIST gewählt, um die Vergleichbarkeit mit internationalen wissenschaftlichen Studien aus Neuseeland (LINDE et al., 2011) und den USA leichter zu ermöglichen. In diesen Studien kam für die Härtemessung von Golf-Greens ebenfalls das 2,25 kg-Modell zum Einsatz.

Labormethoden

An den entnommenen Bodenproben wurden folgende Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes an den gestört entnommenen Materialproben durch Ofentrocknung nach DIN 18121-2 (DIN, 2012) bzw. DIN EN ISO 17892-1 (DIN, 2022).
- Bestimmung des pH-Wertes in einer 0,01 molaren CaCl₂-Aufschlämmung nach VDLUFA A 5.1.1 (VDLUFA, 1991a) am Probematerial des Pflegehorizontes und der Rasentragschicht.
- Bestimmung des Salzgehalts nach der Golfplatzbaurichtlinie (FLL, 2008) gemäß VDLUFA A 10.1.1 (VDLUFA, 1991b), berechnet als KCl.

- Bestimmung des Anteils an organischer Substanz durch Glühverlust nach DIN 18128 (DIN, 2002) an den Materialproben aus dem Pflegehorizont und der Rasentragschicht, ausgewertet nach der Golfplatzbaurichtlinie (FLL, 2008).
- Bodenbiologische Nematodenanalyse, Ergebnisse bereitgestellt von G. Lung.

Wetter im Testzeitraum

Die Analyse des Wetters im Testzeitraum zeigt deutliche Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten für Temperatur und Niederschlag. Im Sommer 2023 lagen die Temperaturen um 4,4 °C über dem langjährigen Durchschnitt (1990 – 2024), begleitet von einem deutlich erhöhten Niederschlag im August 2023 (Summe: 272,8 mm). Die Sommermonate 2024 wiesen ebenfalls außergewöhnliche Muster auf. Während die Temperaturen im Juli leicht unter dem Durchschnitt lagen, erreichten die Niederschlagsmengen extreme Werte im Testzeitraum. In allen Monaten außer im September war der Niederschlag höher als im langjährigen Mittel seit 1990, insbesondere im Mai (+200 mm), Juni (+60 mm) und im November (+150 mm).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt und dem Anteil an organischer Substanz. Es wird deutlich, dass der Anteil an organischer Substanz im unteren Rasentragschichtbereich der Testfläche (ab 5

cm Tiefe) um 0,2 Massenprozent (M.-%) abgenommen hat, während er sich auf der Kontrollfläche um 0,3 M.-% erhöht. Hieraus lässt sich schließen, dass das Bodenleben durch die Zugabe des Bodenhilfsstoffes aktiviert wurde und einen Teil der organischen Substanz abgebaut hat. Die Ergebnisse zeigen ferner, dass der pH-Wert auf der Testfläche geringfügig höher liegt als auf der Kontrollfläche. Der Salzgehalt ist dagegen geringfügig niedriger als auf der Kontrollfläche.

Die Ergebnisse der Härtemessungen zeigen, dass sich das Green insgesamt mit einer mittleren Härte von 81 Gm im Wertebereich eines professionellen Golf-Greens befindet. Die Härte der Testfläche beträgt 83 Gm. Die Härte der Kontrollfläche beträgt 79 Gm. Die Bereiche der Testfläche sind geringfügig härter als die Bereiche der Kontrollfläche, was unter anderem auf den etwas geringeren Anteil an organischer Substanz in der Rasentragschicht zurückgeführt werden kann.

Mikroorganismen

Nematoden sind mikroskopisch kleine Fadenwürmer, die in nahezu allen Lebensräumen vorkommen und eine wichtige Rolle im Bodenökosystem spielen. Sie tragen durch die Regulierung mikrobieller Gemeinschaften, die für die Zersetzung organischer Substanz verantwortlich sind, zur Bodenfruchtbarkeit bei (YEATES et al., 1993).

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der bodenbiologischen Analysen. Die Nematodenanalysen von März und Juni 2024 zeigen signifikante Unterschiede zwischen der

Testfläche und der Kontrollfläche, sowie zwischen der oberen (0 – 5 cm) und unteren (5 – 10 cm) Bodenschicht. Saprophytische Nematoden gelten als Indikatoren für die biologische Aktivität des Bodens. Ihre Population war auf der mit *BioDenit Coccal* behandelten Testfläche doppelt so hoch wie auf der Kontrollfläche. Besonders in der oberen Bodenschicht (0 – 5 cm) zeigte sich ein deutlicher Unterschied. Sie ernähren sich vorwiegend von Bakterien, Pilzen und faulenden organischen Substanzen und sind nicht direkt an den Zersetzungsprozessen beteiligt. Ciliaten und Flagellaten wurden auf der Testfläche ebenfalls in höheren Populationsdichten festgestellt. Ciliaten ernähren sich überwiegend von Bakterien, teils kleineren Flagellaten, Amöben, Algen und Pilzen. Sie sind wie auch die Flagellaten nicht direkt an der Zersetzung beteiligt. Flagellaten ernähren sich hauptsächlich von Bakterien und Pilzen sowie von im Wasser befindlichen organischen Partikeln. Ciliaten und Flagellaten stellen wichtige Organismengruppen in der Bodenbiologie dar, da sie zur Bodenfruchtbarkeit beitragen. Pilzparasitierende Nematoden konnten in achtfacher Menge in der oberen Bodenschicht der Testfläche festgestellt werden als in der entsprechenden Schicht der Kontrollfläche. Dies deutet auf eine höhere Aktivität pilzlicher Antagonisten hin, die die biologischen Prozesse im Boden begünstigen. Die obere Schicht (0 – 5 cm) der Testfläche wies zudem eine signifikant höhere Anzahl räuberischer Nematoden auf, die im März 2024 noch nicht nachweisbar waren. Diese Nematoden spielen eine Rolle bei der Regulierung des Nematodenökosystems und tragen zur Kontrolle von Schadorganismen bei.

Parameter	Testfläche 0 – 5 cm	Testfläche 5 – 10 cm	Kontrollfläche 0 – 5 cm	Kontrollfläche 5 – 10 cm
Wassergehalt (M.-%) 13.3.2024		16,4		13,9
Glühverlust (M.-%) 13.3.2024		1,8		1,4
pH-Wert 13.3.2024	7.53	7.53	7.35	7.35
Salzgehalt (mg/100 g) 13.3.2024	22	22	24	24
Wassergehalt (M.-%) 21.6.2024	28.1	13.0	30.1	13.6
Glühverlust (M.-%) 21.6.2024	4.5	1.6	4.5	1.7

Tab. 2: Ergebnisse der Laboruntersuchungen (Quelle: G. Armbruster, 2024).

Organismengruppe	Unterschiede Testfläche vs. Kontrollfläche	Unterschiede obere (0-5 cm) vs. untere (5-10 cm) Bodenschicht	Funktion im Bodenökosystem
Saprophage Nematoden	Doppelt so hohe Population auf der Testfläche	Deutlicher Unterschied in der oberen Schicht	Indikatoren für biologische Aktivität, ernähren sich von Bakterien, Pilzen und faulenden organischen Substanzen
Ciliaten	Höhere Populationsdichte auf der Testfläche	nicht nachgewiesen	Ernähren sich von Bakterien, kleineren Flagellaten, Amöben, Algen und Pilzen
Flagellaten	Höhere Populationsdichte auf der Testfläche	nicht nachgewiesen	Ernähren sich von Bakterien, Pilzen und organischen Partikeln im Bodenwasser
Pilzparasitierte Nematoden	Achtfach höhere Anzahl in der oberen Bodenschicht der Testfläche	Achtfach höhere Anzahl in der oberen Schicht	Zeigen Aktivität pilzlicher Antagonisten an
Räuberische Nematoden	Signifikant höhere Anzahl in der oberen Schicht der Testfläche	Im März nicht nachweisbar, später signifikant höher in der oberen Schicht	Regulieren das Nematodenökosystem und kontrollieren Schadorganismen

Tab. 3: Analyse der Mikroorganismen auf der Kontroll- und Testfläche sowie in oberer und unterer Bodenschicht (Quelle: G. Lung u. S. Thanheiser, 2025).

Fazit

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Einsatz des Bodenhilfsstoffs und die zusätzlich durchgeführten mechanischen Pflegemaßnahmen deutliche Veränderungen in der biologischen Aktivität und Zusammensetzung der Rasentragschicht bewirken. Eine erhöhte Mikroorganismenaktivität und Diversität, insbesondere bei saprophagen und pilzparasitischen Nematoden, korreliert mit einer Reduktion des Rasenfilzes und einer verbesserten Wurzelentwicklung. Die Zunahme der Bodenfestigkeit auf der Testfläche deutet darauf hin, dass durch den Abbau organischer Substanz die strukturellen Eigenschaften der Rasentragschicht beeinflusst werden können.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der gezielte Einsatz von Bodenhilfsstoffen eine Möglichkeit darstellt, die biochemischen Prozesse im Boden zu steuern und die Nährstoffverfügbarkeit unter Berücksichtigung der Standortbedingungen zu optimieren. Die gemessenen klimatischen Veränderungen, insbesondere die Zunahme von Extremereignissen und Trockenperioden, unterstreichen die Relevanz solcher Ansätze, um Sportrasenflächen an veränderte Umweltbedingungen anzupassen.

Darüber hinaus bestätigt die praktische Erfahrung des Head-Greenkeepers Manfred Schmid die Effizienz und Handhabbarkeit des Bodenhilfsstoffes *Bio-Denit Coccal*. Die Ausbringung erfolgte

problemlos mit einem normalen Düngestreuer, ohne Verklebungen. Geruchsbelästigungen traten nicht auf. Der Bodenhilfsstoff wurde von Herbst 2023 bis Herbst 2024 auf allen Greens des Platzes ausgebracht. Alle Greens wurden im Testzeitraum drei Mal aerifiziert. Insgesamt hat sich der reine Stickstoffbedarf von ca. 12 g/m² auf 6 g/m² reduziert. Somit konnte der Stickstoffbedarf, trotz der intensiven Regenperioden während der Testphase, um die Hälfte reduziert werden, was sowohl ökonomische wie auch ökologische Vorteile mit sich bringt.

Mit dem Einsatz dieses Bodenhilfsstoffs und der mechanischen Pflege lassen sich die Qualität und Funktionalität von Sportrasenflächen gezielt optimieren und die Bewirtschaftung von Grünflächen nachhaltig gestalten. Im Herbst 2025 wird der Bodenhilfsstoff am Golf-Club Lindau-Bad Schachen erneut angewendet, um die langfristige Entwicklung zu beobachten.

Zukünftige Untersuchungen sollten sich auf die Langzeitwirkung von Bodenhilfsstoffen und auf weitere Parameter wie das C/N-Verhältnis (Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis) konzentrieren, um die Mechanismen hinter diesen positiven Effekten noch besser zu verstehen. Angesichts der zunehmenden klimatischen Herausforderungen bietet der gezielte Einsatz biologischer Bodenhilfsstoffe eine vielversprechende Strategie für eine nachhaltigere Sportrasenpflege, da bereits vorhandene Nährstoffe effizient genutzt werden.

Vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels ist noch nicht abschließend geklärt, wie sich der positive Rückkopplungseffekt des Anstiegs der Bodenatmung auf Grund des globalen Temperaturanstiegs auswirkt. In welchem Maße die Aktivierung des Bodenlebens durch den globalen Temperaturanstieg zur Zunahme der Bodenatmung beiträgt und welche Folgen dies für die Kohlenstoffbilanz der Böden hat, bleibt Gegenstand aktueller Forschung.

Literatur

- BAKER, S.W. and C.W. RICHARDS, 2009: The Effect of Rootzone Composition on the Playing Quality of *Festuca/Agrostis/Poa annua* Golf Greens. Sports Turf Research Institute (STRI), Bingley.
- CLEGG, B., 1992: Clegg Impact Soil Tester. Testing recreation turf with the Clegg Impact Soil Tester. Newsletter, Baden Clegg PTY Ltd, Jolimont, Western Australia. Verfügbar unter: <http://sdinst.com/sites/default/files/downloads/nl11rev2.pdf>, aufgerufen am 20.4.2025.
- DIN, 2002: DIN 18128. Baugrund. Untersuchung von Bodenproben. Bestimmung des Glühverlustes. Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN, 2006: DIN EN 14954. Sportböden. Bestimmung der Härte von Naturrasen und ungebundenen mineralischen Belägen für Sportböden für den Außenbereich. Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN, 2012: DIN 18121-2. Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Wassergehalt. Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN, 2022: DIN EN ISO 17892-1. Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts. Beuth-Verlag, Berlin.

- FLL, 2014: Sportplatzpflegerichtlinien – Richtlinien für die Pflege und Nutzung von Sportanlagen im Freien, Planungsgrundsätze. 2. Ausgabe, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Bonn. 94 S.
- FLL, 2008: Golfplatzbaurichtlinie – Richtlinie für den Bau von Golfplätzen, 4. Ausgabe, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Bonn. 64 S.
- GELERENTER, W., J. LARRY and J. STOWELL, 2006: Getting a grip on greens firmness. In: Pace Insights, 12(1), Turfgrass Research Institute, San Diego, CA.
- HARMAN, G.E., 2000: Myths and dogmas of biocontrol – changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease, 84(4), 377-393.
- HIGA, T. and J.F. PARR, 1994: Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center. Nature Farming Research Center, Atami.
- INGHAM, E.R., 2005: The Soil Biology Primer. Soil and Water Conservation Society, Ankeny.
- LINDE, D., 2005: Assessing golf course conditions in New Zealand. A benchmarking study of golf courses throughout the country allowed a New Zealand group to develop a database for advising superintendents and club managers. In: Golf Course Management, 73(2), 110-113.
- LUNG, G., 2022: BioDenit, ein interessanter Bodenhilfsstoff zur Aktivierung des Bodenlebens. Frühjahrstagung 18. März 2022. Austrian Greenkeeper Association, Wien.
- MÜLLER-BECK, K.G., 2020: Rasenfilz speichert Kohlenstoff im Wurzelhorizont von Rasenflächen. Homepage Deutsche Rasengesellschaft, Rasen-Thema August 2020.
- SMITH, S.E. and D.J. READ, 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. Academic, London.
- TERURO, H., 1993: An Earth Saving Revolution: A Means to Resolve Our World's Problems Through Effective Microorganisms (EM). Sunmark Publishing, Tokyo.
- VDLUFA, 1991a: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Methodenbuch I – Die Untersuchung von Böden, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Methode A 5.1.1: Bestimmung des pH-Wertes. 4. Auflage, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VDLUFA, 1991b: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Methodenbuch I – Die Untersuchung von Böden, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Methode A 10.1.1: Bestimmung des Salzgehaltes. 4. Auflage, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- YEATES, G.W., T. BONGERS, R.G.M. DE GOEDE, D.W. FRECKMAN and S.S. GEORGIEVA, 1993: Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. Journal of Nematology, 25(3), 315–331.

Autoren:

Dr. Selina Thanheiser
Boden und Umwelt
E-Mail: info@st-boden.de

Dr. Gerhard Lung
E-Mail: rasenforschung-dr.lung@gmx.de

Werner Rosser
Consagros GmbH
E-Mail: w.rosser@consagros.ch

Georg Armbruster
BoPHYS GmbH
E-Mail: georg.armbruster@bl-armbruster.de

Manfred Schmid
Golf Club Lindau Bad Schachen
E-Mail: info@golfclub-lindau.de

Projekt RoboFilz: Einfluss des Mähens mit Mährobotern auf die Filzbildung im Rasen

Teil 2: Ergebnisse und Diskussion der Untersuchungen*

Morhard, J.

Zusammenfassung

Der Einsatz von Mährobotern steht im Verdacht, durch den Verbleib des Schnittguts auf der Fläche, die Rasenfilzbildung zu begünstigen. Die vorliegenden Ergebnisse des Projektes „RoboFilz“ zeigen nach zweijähriger Laufzeit diesbezüglich weder auf einem neu gebauten Sportplatz noch auf einer Rasenversuchsfläche aus Oberboden eine besorgniserregende Entwicklung. Teilweise lagen die Filzstärken der Variante „Sichelmäher mit Schnittgutaufnahme“ sogar über denen der Variante „Mähroboter“, wenngleich signifikant nur an einem Termin und auf der Rasenfläche

aus Oberboden. Insgesamt wurden nur an wenigen Terminen signifikante Unterschiede festgestellt. Es ist davon auszugehen, dass u. a. die Witterung und Maßnahmen zur Filzkontrolle einen größeren Einfluss auf Filzbildung und -abbau besitzen als das Mähsystem. Der Scherwiderstand als Größe, die unter anderem von der Filzschicht beeinflusst wird, wurde sowohl mit einem Stollenschengerät als auch mit einer Flügelsonde bestimmt. Die Werte liegen in einem Bereich, der keine Beeinträchtigung des Spielbetriebs erwarten lässt. Während mit dem Stollenschengerät bei der Mähroboter-Variante, gegenüber der Variante „Sichelmäher mit Schnittgutaufnahme“,

oft geringere Werte gemessen wurden, war es bei der Flügelsonde umgekehrt. Signifikante Unterschiede waren aber auch hier selten und konnten keinen eindeutigen Trend belegen.

Summary

Robotic lawnmowers are suspected of promoting the formation of thatch by remaining clippings within the sward. The present results of the „RoboFilz“ project do not show any worrying development in this regard neither on an athletic field nor on a topsoil test plot. In some cases, the values for the “rotary

*) Teil 1 Hypothesen, Material und Methoden, sowie Literaturübersicht erschien in RASEN 1-2025.