

# Auswirkung der Impfung von Grün-Substraten mit Mikroorganismen

## ... auf die Vitalität und das Wurzelwachstum der Gräser auf dem Golfplatz Mannheim-Viernheim 1930 e.V.

Auszug aus der praxisbezogenen Aufgabe (Hausarbeit) für die Fortbildungsprüfung zum Geprüften Head-Greenkeeper an der DEULA Rheinland, 2010.

### Einleitung

Im März 2006 übernahm ich eine für mich neue Golfanlage als Head-Greenkeeper, deren Grüns im Jahre 2003 neu aufgebaut und fertiggestellt worden waren. Bei der Übernahme wurde auf allen Grüns eine Durchwurzelung von maximal 2-3 cm vorgefunden. Die vorhandenen Wurzeln waren schwach und wenig reißfest. Entsprechend gängiger Praxis, wur-

den verstärkt mechanische Bodenpflegemaßnahmen ausgeführt, um in der Rasentragschicht die Durchwurzelung durch bessere Luftführung zu fördern. Um diese Maßnahmen weiter zu unterstützen, entschied ich mich, Effektive Mikroorganismen (EM) aus dem landwirtschaftlichen Bereich einzusetzen. Diese sollen in der Lage sein, gestörte Lebensmilieus im Boden wieder in ein Gleichgewicht zu bringen. Mit dieser Arbeit wurde ein Versuch unternommen, das relativ sterile Milieu der Rasentragschicht (RTS) unserer Golfgrüns durch Impfung mit Mikroorganismen so zu aktivieren, dass die Pflanze, insbesondere die Wurzeln, gestärkt werden.

### Literaturübersicht

#### Effektive Mikroorganismen (EM)

Die EM-Technologie gründet sich nach MAU (2002) auf Forschungsergebnisse von Prof. Dr. Teruo Higa/ Professor für tropischen Gartenbau an der landwirtschaftlichen Fakultät der Ryukyu-Universität und der Kyushu Universität Okinawa in Japan im Jahre 1982. Durch Zufall fand Higa heraus, dass faulende organische Substanzen durch Zugabe einer bestimmten Kombination von Mikroorganismen und einer Anreicherung mit Vitaminen, Enzymen und weiteren Wirkstoffen so beeinflusst werden können, dass ein



Typische Trockenstellen auf Golf-Grün



Infiltrationsleistung auf Golf-Grün  
links KICK® LDS, rechts unbehandelt

### Wetting Agent KICK® LDS

KICK® LDS ist ein neues Wetting Agent von COMPO EXPERT. KICK® LDS ist aufgrund seiner speziellen Inhaltsstoffe insbesondere für die Behandlung starker und hartnäckiger Trockenstellen, sogenannter Localized Dry Spots (LDS), sehr gut geeignet.

#### Wirkweise für Trockenstellen

Gerade bei sandreichen Grün-Anlagen können bei höheren Temperaturen und höheren Trockenperioden Trockenstellen auftreten. Die einzelnen Sandkörner werden durch organische Abbauprodukte ummantelt und so mit wasserabweisend (hydrophob). Bewegungswasser dringt in solchen Areale nicht ein und bleibt oberhalb oberirdisch etc.

#### Wirkstoff

Der Wirkstoff in KICK® LDS lagert sich an die wasserabweisenden Sandpartikel an und sorgt für rasche Wiederbenetzung dieser Areale. Die Wirkung tritt rasch ein und hält bei wiederholten Applikationen über einen längeren Zeitraum an.

#### Effekte von KICK® LDS:

- fördert die Wasserbenetzung hydrophober Sandpartikel
- verbessert die Wasserverteilung im Boden
- erhöht die Wassereffizienz
- fördert die Durchdringung des Wurzelraums und damit eine bessere Nährstoffaufnahme
- reduziert Trockenstress
- fördert Regenerationsvermögen und Nährstoffaufnahme



Weitere Informationen zu den Produkten von COMPO EXPERT finden Sie in beliebiger Software oder unter [www.compo-expert.de](http://www.compo-expert.de)



**Abb. 1: Einteilung der Versuchsfläche auf Grün 5.**



**Abb. 2: Einteilung der Versuchsfläche auf Grün 4.**



**Abb. 3: Einteilung der Versuchsfläche auf dem Pitching-Grün.**

lebensfördernder Prozess entsteht. Die Idee von Higa war, ein lebensfeindliches Milieu wieder in ein ausgeglichenes, lebensfreundliches Gleichgewicht zu bringen. Hierbei werden drei verschiedene Stämme von Mikroorganismen unterschieden, die natürliche Lebensprozesse nach dem Dominanzprinzip in Gang bringen können:

- Positive Mikroorganismen (aufbauende, regenerative),
- Negative Mikroorganismen (abbauende, degenerative),
- Opportunistische Mikroorganismen (Mitläufer).

Es handelt sich hierbei um eine Mischung von dominierenden Mikroorganismen, die symbiontisch zusam-

men leben. Higa entwickelte dabei die „Urform“ einer Bodenmikroorganismen-Mischung, das EM-1, woraus schließlich das EM-A entwickelt wurde.

**Einsatzgebiete**

Aus Informationen der Firma RAKO (2006), die EM-Produkte vertreibt, ist zu entnehmen, dass Mikroorganismen heute in vielen Lebensbereichen eingesetzt werden. Sie finden Anwendung in der Lebensmittelindustrie, aber auch in der Medizin. Sie werden zur Reinigung von Wasser eingesetzt, zur Verbesserung von schlechten Bodenverhältnissen und im ökologischen Landbau sowohl zur vollständigen Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes als auch zur Ertrags-

steigerung. Seit 1998 wird diese Technologie auch in der deutschen Landwirtschaft sowie im Ertragsgartenbau erfolgreich eingesetzt.

Nach MURDOCK (2006) wurde auf Golfplätzen in Kalifornien EM-1 erfolgreich eingesetzt. Der regelmäßige Einsatz über zwei Jahre von EM-1 hatte zur Folge, dass Pilzinfektionen sehr stark zurückgingen. Insbesondere verschwand der Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) vollständig.

**Wirkungsweise von Mikroorganismen**

Nach LORCH (2006) verbessern EM das Bodengefüge, machen Nährstoffe für die Pflanze verfügbar und können teilweise auch unter anaeroben Verhältnissen leben. Sie passen sich sehr schnell unterschiedlichen Lebensbedingungen an, bilden Resistenzen, leben in Symbiosen und haben die Möglichkeit, sich unter für sie guten Bedingungen sehr schnell durch Zellteilung etwa alle 20 Minuten zu vermehren (HENNIG, 2002). Dadurch sind sie sehr anpassungsfähig und spielen bei der Umsetzung von organischer in anorganische Substanz eine



**Abb. 4: Bodenprofil der Humbiak-Variante auf Grün 5 im April 09.**



**Abb. 5: Bodenprofil der Greengold-Variante auf Grün 5 im April 09.**



**Abb. 6: Bodenprofil der Kontrolle auf Grün 5 im April 09.**



**Abb. 7: Bodenprofil der Humbiak-Variante auf Grün 4 im Juni 09.**



**Abb. 8: Bodenprofil der Greengold-Variante auf Grün 4 im Juni 09.**



**Abb. 9: Bodenprofil der Kontrolle auf Grün 4 im Juni 09.**



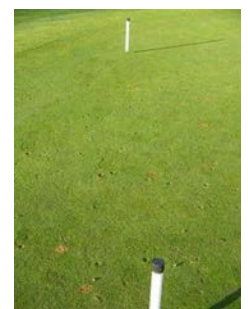
**Abb. 10: Bodenprofil der Humbiak-Variante auf Grün 5 im November 09.**



**Abb. 11: Bodenprofil der Greengold-Variante auf Grün 5 im November 09.**



**Abb. 12: Bodenprofil der Kontrolle auf Grün 5 im November 09.**



**Abb. 13: Oberfläche des Pitching Grüns mit Humbiak-Behandlung (links) und Greengold-Behandlung (rechts) im Dezember 09.**

bedeutende Rolle. Bei der Aktivität werden neben  $\text{CO}_2$  in der Bodenatmung auch wichtige Mineralstoffe freigesetzt. Dadurch verengt sich das C/N-Verhältnis und wichtige Nährstoffe werden pflanzenverfügbar.

Nach LUNG (2009) kommen die für uns interessanten Mikroorganismen verstärkt in der Rhizosphäre (Wurzelumgebung) der Pflanze vor. Einige Pilze leben als Symbionten und dringen in das Pflanzengewebe ein. Zu ihnen zählen verschiedene Mykorrhiza - Arten. Sie bilden ein feines Netz im Boden, welches die Pflanzenwurzel umschließt und interzellulär bis in das Rindenparenchym der Wurzel vordringt und somit der Pflanze die Aufnahme von Phosphor, Stickstoff und Kalium erleichtert. Auch die Wasseraufnahme wird erleichtert, so dass die Pflanze verstärkt Biomasse produzieren kann (LUNG, 2009).

Mikroorganismen arbeiten in erster Linie, indem sie „Abfälle“ verwer-

ten, zersetzen und dabei Stoffe produzieren, die wieder für höhere Lebewesen nutzbar sind. Andere leben auch als Symbionten, welche sich in oder an Lebewesen setzen, diese mit einem Produkt beliefern und am Stoffwechsel dieser Lebewesen partizipieren (HENNIG, 2002). Bisher geht man davon aus, dass etwa 0,5%-2% aller Mikroorganismen bekannt sind (HAMMES, 2008). In einem Kubikdezimeter Oberboden leben um ein Vielfaches mehr Mikroorganismen als Menschen auf der Erde (LUNG, 2009).

Man kann also davon ausgehen, dass ein Lebensbereich, in unserem Fall das Substrat als gesund zu bezeichnen ist, wenn alle lebenswichtigen Funktionen, einschließlich eines Gleichgewichtes von Mikroorganismen mit Dominanz der regenerativen Stämme vorhanden sind. In einem von positiven Mikroorganismen dominierten Lebensmilieu können sich Schimmel, Krankheitskeime und Fäulnis nicht entwickeln (HECKEL, 2006).

## Material und Methoden

### Versuchsstandort

Die Versuche wurden in Südhessen auf der Golfanlage in Mannheim-Viernheim in 2009 durchgeführt.

Das Klima in Südhessen ist durch ein warm-gemäßigtes Regenklima der mittleren Breiten geprägt. Im Versuchsjahr 2009 lagen die Werte für Niederschlag (569 mm) und Jahresdurchschnittstemperatur (11,4 °C) nach eigenen Aufzeichnungen geringfügig über dem langjährigen Mittel. Feuchte Luftmassen von Westen regnen sich überwiegend in den Mittelgebirgen wie dem Odenwald ab, so dass der Standort der Region Viernheim verhältnismäßig trocken ist. Der Winter ist fast schneefrei (UMWELTATLAS HESSEN, 2009).

# Moosprobleme?



## Unsere Lösung: RenoSan® 1000

Unser Bodenhilfsmittel RenoSan® 1000 fördert eine starke, intensive und langfristige Gras-Wurzelbestockung wodurch der Unkraut- und Moosbewuchs unterdrückt wird.

**RenoSan® ist biologisch.  
Ist doch logisch.**

### Aufbau und Substrate der Grüns

Die Grüns wurden 2001/2002 nach der Richtlinie zum Bau von Golfplätzen der FLL (2000) nach G2 mit Schlitzdrainage aber ohne Drainschicht gebaut. Die eingebaute RTS weist eine Dicke von 20 cm auf. Der Gehalt an organischer Substanz wurde mit 1,39 Massen-% als schwach humos ermittelt. Das Substrat hat einen pH-Wert von 7,0. Die RTS entspricht auf Grund eines zu hohen Feinstkornanteils und der schlechten Wasserdurchlässigkeit mit einem LK60-Wert von 1,56 mm/min und einem LK100-Wert von 0,19 mm/min nicht den Anforderungen der FLL 2000.

In die oberen 5-10 cm der RTS wurde in den vergangenen 3 Jahren nach dem Aerifizieren Sand der Korngröße 0,3-1 mm eingearbeitet, um den Luft- und Wasserhaushalt zu verbessern.

Bei der Erstansaat wurde ausschließlich *Agrostis stolonifera* PENN A-4 ausgebracht. In den vorhandenen Pflanzenbeständen waren zum Ver-

suchsjahr nur *Agrostis*-Arten (60-65%) und *Poa annua* (35-40 %) enthalten.

### Pflege der Grüns in 2009

Allgemein wird die Pflege saisonal den Witterungsbedingungen und dem Turnierplan angepasst. Neben den Mäharbeiten werden die Grüns alle drei Wochen gebügelt. Während der Saison wird ca. alle zwei Wochen vertikutiert, 1-2x/Monat Topdressmaterial ausgebracht, 1x/Monat gestachelt, 2-3x/Jahr aerifiziert und besandet und ebenso oft geschlitz und gebürstet.

### Versuchsanlage

Für die Versuche wurden die Grüns 4, 5 und das Pitching-Grün auf der Driving-Range ausgewählt.

Die Versuchsflächen auf den Grüns wurden von vorne nach hinten in Spielrichtung gedrittelt. Das vordere Drittel war jeweils die Kontrollfläche, das mittlere Drittel wurde mit „Greengold“

und das hintere Drittel mit „Humbiak“ (EM-A) geimpft. Jede Parzelle war etwa 150 m<sup>2</sup> groß (Abbildungen 1-3).

Die Wurzeln sind insgesamt zu Versuchsbeginn im April 2009 verhältnismäßig dünn und reichen maximal 5 cm tief (Abbildungen 4-6), in Aerifizierlöchern bis 8 cm.

Die Grasnarbe ist auf allen Grüns zu Versuchsbeginn geschlossen.

Die Filzschicht beträgt zu Versuchsbeginn maximal 1 cm und ist mit Sand durchsetzt.

### Versuchsprodukte und ihre Ausbringung

Als Versuchsprodukte kamen „Humbiak“ (EM-A) und „Greengold“ zum Einsatz. Sie wurden gegen eine unbehandelte Kontrolle getestet.

#### Humbiak (EM-A)

Humbiak ist ein Mehrkomponenten-Mittel (WEIMANN, 1998). Es be-

**Die Spezialisten für Rasenberegnung**

**Upgrade your golf course!**

**Die HYDRA Reihe jetzt neu im Einsatz bei:**

Golf Club Zöller-Alb Bismarckingen • Golf Club Westphal • Golfanlage Schmalenberg • Golf Club Oching • Golfanlage Opert Eichenried • Golf Club Schloss Haag • Golf Club Boden-Boden • Play Golf Hannover • Golf Resort Schloss Moyland • Public Golf Talsheimer Hof • Golf Club Grossenau • Golf Club Freudenstadt • Golf Club Gut Heindorf • Golf Club Pfälzer Wald

25 Jahre Erfahrung  
Golf Grüns  
25 Jahre PERROT

HYDRA-III HYDRA-II HYDRA-I

www.perrot.de

Perrot-Irrigationbau Golf Grüns - 74942 Albstadt - Telefon +49-7141-1162-0 - Mail: perrot@perrot.de

steht aus Huminsäuren, Meeresalgen, Spurennährstoffen und Milliarden von Mikroorganismen.

Huminsäuren fördern das Wurzelwachstum und sollen für optimale Nährstoffumsetzung sorgen. Die Mikroorganismen werden mit Hilfe einer Nährlösung aus Zuckerrohrmelasse vermehrt, die ihnen als Nährstoffgrundlage dient. Meeresalgen dienen den Mikroorganismen als langketige biologische Nährböden und als Grundnahrung bzw. Starthilfe nach der Applikation im Boden.

Die wichtigsten Mikroorganismen in Humbiak sind Photosynthesebakterien, Milchsäurebakterien, Hefebakterien, Aktinomyzeten und Ferment-aktive Pilze.

*Photosynthesebakterien*

Photosynthesebakterien sind die älteste Lebensform auf der Erde und nutzen Sonnenlicht und Wärme, um aus Methan, Ammoniak und Kohlendioxid Sauerstoff und Stickstoff zu produzieren. Photosynthesebakterien sind unabhängig von anderen Lebewesen und in der Lage, sich selbst zu erhalten. Sie verwerten die von anderen Mikroorganismen produzierten Substanzen einerseits, produzieren bioaktive Stoffe und synthetisieren Glukose andererseits und sind somit am Pflanzenwachstum und der verstärkten Aktivität anderer Mikroorganismen direkt beteiligt (WEIMANN, 1998).

*Milchsäurebakterien*

Milchsäurebakterien produzieren Milchsäure aus Kohlenhydraten, die von Photosynthesebakterien und Hefen hergestellt werden. Milchsäure wirkt als Sterilisator und unterdrückt schädliche Mikroorganismen. Außerdem fördert die Milchsäure die Fermentierung organischer Substanzen (WEIMANN, 1998).

*Hefebakterien*

Hefebakterien produzieren unter anderem aus dem Zucker der Photosynthesebakterien Hormone und Enzyme, die für die Aktivierung der Zellteilung zuständig sind. Ihre Stoff-

wechselprodukte werden von anderen Mikroorganismen weiter verwertet (WEIMANN, 1998).

*Aktinomyzeten (Strahlenpilze)*

Sie produzieren aktive Substanzen aus Aminosäuren, die von Photosynthesebakterien hergestellt werden bzw. aus organischem Material stammen. Diese antimikrobiellen Stoffe unterdrücken schädliche Pilze und Fäulnisbakterien. Sie beschleunigen nach WEIMANN (1998) die Stickstoffbindung der *Azotobakter* (Stickstoffbakterien).

*Ferment-aktive Pilze*

Sie zersetzen organisches Material und wandeln es in Alkohol und antimikrobielle Stoffe um. Außerdem unterdrücken sie Gerüche, wodurch das Auftreten von Insekten und Ungeziefer unterdrückt wird (MAU, 2002).

**Greengold**

Als weiteres Mittel stand Greengold zur Verfügung. Nach WEIMANN (1998) ist Greengold ein biochemisch/physikalischer Wirkungskomplex in feinstofflicher Form und wurde entwickelt, um toxischen Belastungen von Natur- und Kulturflächen entgegenzuwirken und natürliche Stoffwechselvorgänge wiederherzustellen. Laut Anwendungsempfehlung wurden 0,5 Liter Greengold mit 30 Litern Wasser vermischt. Zur Aktivierung blieb diese Mischung etwa 30 Minuten lang stehen.

**Impfverfahren**

Die Versuchsflächen der drei Grüns waren jeweils ca. 150 m<sup>2</sup> groß. 1,5 Liter Humbiak wurden mit 30 Liter warmem Wasser vermischt, eine halbe Stunde lang stehen gelassen, um die Mikroorganismen zu aktivieren, und mit einer Gambetti-Feldspritze aus-

gebracht. Da die Mikroorganismen in erster Linie in der Rhizosphäre aktiv sein sollen, wurde Humbiak nach der Applikation eingeregnet.

Greengold wurde ebenfalls mit der Gambetti-Feldspritze auf den Versuchspartzellen von ca. 150 m<sup>2</sup> ausgebracht.

Zur Ausbringung wurden braune Teejet-Flachstrahldüsen verwendet. Die Spritzbrühe wurde mit 2,8 bar und 380 l/ha ausgebracht.

Bei der Ausbringung wurde darauf geachtet, dass die Lufttemperatur zwischen 12 und 25 °C lag und der Himmel bedeckt war. Die Grasnarbe wurde vorher mit Kreuzspoons perforiert.

Die erste Applikation wurde im April gegeben und dann in etwa im vierwöchigen Abstand wiederholt.

**Bonituren und Versuchsauswertung**

Die Bewertung des Wurzelhorizonts wurde mit Hilfe eines Profilspatens und eines Metermaßes vorgenommen. Die Bodenprofile wurden mit Beginn der Vegetationszeit ab Ende März monatlich beurteilt (Abbildungen 4-12) und jeweils folgende Bonituren vorgenommen: Wurzeltiefe, Narbendichte, Narbenfarbe, Pilzbefall sowie die Dicke der Filzschicht. Für die Bonituren wurden die Noten 1 (schlecht) bis 9 (sehr gut) vergeben.

Zusätzlich zu den oben genannten Bonituren wurden Bodenproben im Agrarzentrum Limburgerhof der BASF von Dr. J.B. Speakman und vom Institut Dr. G. Lung untersucht, um die Entwicklung der Mikroorganismenpopulation auszuzählen.

Für das Auszählen reicht 1 Gramm Erde aus. Diese Menge wird in 10 ml

Organische Salze	Organische Verbindungen	Spurenelemente
Calciumphosphat	Organische Säuren	Eisen
Magnesiumphosphat	Pflanzenextrakte	Cobalt
Kaliumphosphat	Polysaccharide	Kupfer
Kieselsäure	Polyelektrolyte	Molybdän
u.a.	u.a.	Bor, u.a.

**Tab. 1: Zusammensetzung von Greengold nach WEIMANN (1998).**

destilliertem Wasser verdünnt. Aus dieser Suspension wird eine Suspensionsreihe erstellt, auf Agarplatten kultiviert und für 72 Stunden bei 23 °C inkubiert, dann ausgezählt.

Die Menge an Mikroorganismen wird in Potenzen angegeben, z.B. 2x10<sup>6</sup> CFU/g Erde bedeutet, dass in einem Gramm Erde 2 Millionen Bakterienkolonien pro Einheit gefunden wurden.

**Probenahme**

Die ersten Proben wurden vor Beginn der Versuche im März 2009 gezogen, um die Ausgangssituation der bis dahin in dem Substrat vorhandenen Mikroorganismen zu ermitteln. Die zweite Probe wurde im Oktober und die dritte Probe im Dezember gezogen, um festzustellen, ob sich die Population der Mikroorganismen erhöht hat.

Die Entnahmetiefe betrug bei allen Proben 8 cm. Die Proben wurden mit einem Bodenprobenstecher entnommen.

**Ergebnisse**

**Wurzeltiefenveränderung**

Zu Beginn der Versuche wurde eine Tiefe des Hauptwurzelschizontes (Tabellen 2-4, Abbildungen 4-12) von 5-6 cm gemessen. Sie erreichte in der Humbiak-Variante im Mai/Juni 7 cm, sank im Juli auf 5 cm und stieg bis Oktober wieder auf 7 cm an. In der Greengold-Variante zeigte sich die Vegetationszeit über das gleiche Bild wie in der Humbiak-Variante. Beide Varianten zeigten keine Unterschiede gegenüber der Kontrollparzelle. Somit verlief der Versuch auf allen drei Parzellen gleichgerichtet. Die Ergebnisse auf Grün 5 sind in ihrer Aussage direkt übertragbar auf die Ergebnisse in Grün 4 und im Pitching-Grün.

**Veränderung der Narbendichte**

Auf Grün 5 fällt auf, dass zu Beginn der Saison alle drei Versuchsvarian-

ten mit relativ hohen Boniturnoten hinsichtlich der Narbendichte (Tabellen 2-4) starten. Wahrscheinlich ist dies auf das frühzeitige Aerifizieren Ende März zurückzuführen. Im Verlauf der Sommermonate fällt die Greengold-Variante deutlich ab. Ursache hierfür ist nicht das Produkt, sondern auftretende Trockenheit in dieser Parzelle, die zu lokalen Ausfällen in der Grasnarbe führte. Die etwas geringere Narbendichte in den Parzellen der beiden Produkt-Varianten ist zurückzuführen auf die Spätfolgen lokaler Trockenflecken. In Grün 4 ergaben sich keine saisonal bedingten Ausfälle in der Grasnarbe mit Ausnahme eines Hexenringes. Dort waren die Boniturwerte nur geringfügig abweichend, d.h. es ergaben sich keine nennenswerten Unterschiede in der insgesamt guten Narbendichte. Im Pitching-Grün waren die Boniturnoten ganzjährig bei 7-8 und somit im guten Bereich. Unterschiede in den Produktvarianten waren nicht feststellbar.

Grün 5/Humbiak	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	6	7	7	7
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	7
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Grün 5/Greengold	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	6	6	7	7
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	7
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Grün 5/Kontrolle	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	7	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	7
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Tab. 2: Bonituren der Behandlung mit Humbiak und Greengold sowie der Kontrolle auf Grün 5.

Grün 4/Humbiak	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	6	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	6
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Grün 4/Greengold	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	7	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	6
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Grün 4/Kontrolle	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	7	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	7
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Tab. 3: Bonituren der Behandlung mit Humbiak und Greengold sowie der Kontrolle auf Grün 4.

P-Grün/Humbiak	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	7	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	7
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

P-Grün/Greengold	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	7	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	5
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

P-Grün/Kontrolle	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept	Oktober
Wurzeltiefe in cm	6	7	7	5	6	6	7
Narbendichte	8	8	8	7	7	8	8
Narbenfarbe	6	8	8	7	7	7	8
Pilzbefall	7	8	8	7	7	8	6
Filzschicht	7	7	8	8	8	8	8

Tab. 4: Bonituren der Behandlung mit Humbiak und Greengold sowie der Kontrolle auf dem Pitching Grün.

### Veränderung der Narbenfarbe

Die Narbenfarbe (Tabellen 2-4) zeigte auf keinem Standort eine Beziehung zur Produkt-Variante (Abbildung 13). Sie war auf allen drei Standorten zum jeweiligen Boniturtermin gleich. Insgesamt war die Narbenfarbe ganzjährig gut.

### Veränderung des Pilzbefalls

Mit Boniturnoten von 7-8 wird festgestellt, dass der Pilzbefall (Tabellen 2-4) von untergeordneter Bedeutung war. Als einzige Krankheit war *Microdochium nivale* zu nennen. Sie trat nennenswert im Spätjahr in der Greengold-Variante auf dem Pitching-Grün auf. Die anderen Varianten auf allen Standorten blieben weitestgehend davon verschont.

### Veränderung in der Dicke der Filzschicht

Zu Beginn der Vegetationszeit betrug die Dicke der Filzschicht (Tabellen 2-4) ca. 1 cm.

Am Ende der Vegetationszeit war sowohl bei den behandelten Varianten als auch bei der Kontrolle keine Filzschicht mehr messbar. Diese Entwicklung wurde somit hauptsächlich durch verstärkte Vertikutiermaßnahmen herbei geführt.

### Auszählungen der Mikroorganismen

Bei den Auszählungen der Mikroorganismen im Labor von SPEAKMAN (2009) bzw. von LUNG (2009)

zeigte sich eine deutliche Zunahme an Mikroorganismen in allen Versuchspartellen unabhängig von der Behandlung (Tabelle 5). So nahm in der Humbiak-Variante in Grün 4 von März bis Dezember die Anzahl der Mikroorganismen von  $1,7 \times 10^6$  auf  $21,5 \times 10^6$  zu. Das ist eine Zunahme im CFU-Wert um das 12-fache. In der Kontrollparzelle in Grün 4 betrug die Zunahme allerdings auch das 12-fache. Dieser Sachverhalt ist beispielhaft für die Situationen auf den anderen Varianten und Standorten. Die Mikroorganismen nehmen unabhängig von einer Behandlung mit Humbiak bzw. mit Greengold im Laufe der Vegetationszeit stark zu.

Für die großen Unterschiede bei den Proben im Oktober und November gibt es keine klare Erklärung seitens der Labore LUNG und SPEAKMAN. Das Untersuchungsverfahren war gleich. Da die erste Oktoberhälfte sehr warm war, könnte man die Unterschiede mit einem starken Abfallen der Bodentemperatur im November erklären.

### Diskussion und Schlussfolgerungen

Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, ob es durch Zugabe von positiven Mikroorganismen möglich ist, den Pflanzenschutzmitteleinsatz und den Düngeraufwand zu reduzieren.

Eingesetzt wurde das Produkt Humbiak, welches Mikroorganismen in den Boden einbringt und im ökologischen Landbau nachweislich als gut

wirksam bekannt ist (RAKO, 2006). Das Produkt Greengold soll die Entwicklung der vorhandenen Mikroorganismen fördern.

Ernüchternd ist nach Abschluss der Versuche im ersten Versuchsjahr die Feststellung, dass die Anzahl der Mikroorganismen durch die beiden Versuchsprodukte nicht wie erhofft um ein Vielfaches gegenüber der Null-Variante angehoben worden ist. Über die Versuchsvarianten hinweg ist überhaupt kein Einfluss auf die Entwicklung der Mikroorganismenanzahl erkennbar. Verständlich werden jetzt auch die gleichgerichteten Boniturergebnisse zum Einfluss der beiden Produkte auf die Wurzelentwicklung, auf Narbenfarbe und -dichte, auf den Pilzbefall und den Abbau der vorhandenen Filzschicht. Eine eindeutige Auswirkung der Behandlung ist nicht vorhanden. Selbst der unterschiedliche Verlauf der Schneeschimmelinfection auf den Grüns, die Humbiak erhalten haben, kann nicht sicher auf Mikroorganismeneinflüsse zurückgeführt werden.

In der Landwirtschaft und im Ertragsgartenbau wird inzwischen nachweislich erfolgreich mit Mikroorganismen gearbeitet. Allerdings sind Substrate, wie sie in Golfgrüns eingearbeitet werden, deutlich unterschiedlich zu den Böden und Kultursubstraten, wie sie in Landwirtschaft und Gartenbau verwendet werden. Aber der Bericht von MURDOCK (2006) aus Kalifornien zeigt, dass ein mit Humbiak vergleichbares Produkt auf Golfgrüns funktionieren kann.

Produkt/Parzelle	Probe – Speakman/ Mitte März – nicht behandelt	Probe – Lung/ Ende Oktober	Probe – Speakman/ Anfang Dezember
Humbiak/Grün 4	$1,7 \times 10^6$ CFU/g Erde	$5,6 \times 10^9$ CFU/g Erde	$21,5 \times 10^6$ CFU/g Erde
Humbiak/Grün 5	$2,3 \times 10^6$ CFU/g Erde	$2,66 \times 10^9$ CFU/g Erde	$6,35 \times 10^6$ CFU/g Erde
Humbiak/P-Grün	$2,4 \times 10^6$ CFU/g Erde	$2,59 \times 10^9$ CFU/g Erde	$17 \times 10^6$ CFU/g Erde
Greengold/Grün 4	$1,7 \times 10^6$ CFU/g Erde		$20,5 \times 10^6$ CFU/g Erde
Greengold/Grün 5	$2,3 \times 10^6$ CFU/g Erde		$13,5 \times 10^6$ CFU/g Erde
Greengold/P-Grün	$2,4 \times 10^6$ CFU/g Erde		$20,5 \times 10^6$ CFU/g Erde
Kontrolle/Grün 4	$1,7 \times 10^6$ CFU/g Erde		$19,5 \times 10^6$ CFU/g Erde
Kontrolle/Grün 5	$2,3 \times 10^6$ CFU/g Erde		$10 \times 10^6$ CFU/g Erde
Kontrolle/P-Grün	$2,4 \times 10^6$ CFU/g Erde		$8,3 \times 10^6$ CFU/g Erde

Tab. 5: Ergebnisse der Auszählung der Mikroorganismen (SPEAKMAN, 2009; LUNG, 2009), Angaben in CFU/g Erde.



Eine Frage ist sicher, ob relativ sterile Substrate auf Golfgrüns genügend organische Masse haben, um den Mikroorganismen eine Grundlage für ihre Existenz bieten zu können. Andererseits enthält das Humbiak als auch das EM-A mit der eingebrachten Rohrzuckermelasse einen Nährpool für die EMs, so dass ihnen eine gute Startmöglichkeit gegeben wird.

Eine andere Frage ist, ob permanente Wiederholungsimpfungen auf Dauer einen Stamm an Mikroorganismen auch in Grünsubstraten etablieren können. Nach nur einer Saison der Anwendung kann diese Frage sicher nicht beantwortet werden. Ein Erfolg setzt aber voraus, dass die eingebrachten Mikroorganismen auch unter diesen Standortbedingungen ausdauernd und konkurrenzstark sind und überleben können. In diesem Versuch zeigte sich dieser Sachverhalt noch nicht.

Im Gegensatz zu landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Flächen handelt es sich bei Golfgrüns um intensiv benutzte Funktionsrasenflächen, die einer wesentlich höheren Druckbelastung ausgesetzt sind als die Vorgenannten. Diese Tatsache und die Art der Bauweise könnten eine Erklärung dafür sein, dass es lange dauern wird, bis sich die EMs etabliert haben.

Da in jedem Boden Mikroorganismen vorhanden sind, muss man „lediglich“ dafür sorgen, dass die nützlichen, aeroben Mikroorganismen gefördert werden. Dafür wird bei belasteten Substraten auch weiterhin mechanische Pflege notwendig sein, um ausreichend Sauerstoff bereitzustellen. Die Impfung mit EMs wäre dann eine zusätzliche Option, um das Bodenleben schneller zu aktivieren.

## Zusammenfassung

Ohne Mikroorganismen ist Leben nicht möglich, da sich die verschiedenen Mikroorganismen so spezialisiert haben, dass sie die Grundlage für höheres Leben schaffen, nämlich Lebensprozesse in Gang bringen, indem sie die von höheren Lebewesen benötigten Nährstoffe verfügbar machen.

In diesem Versuch sollte das Bodenleben gefördert werden, um ein gesundes Wachstum der Gräser zu erzeugen. Hierfür wurden Effektive Mikroorganismen mit einer Feldspritze auf Versuchspartellen appliziert und mit einem bio-chemisch-physikalischen Produkt verglichen, um die Wirkungsweise in der Praxis darzustellen.

Damit auch Unterschiede zu nicht behandelten Flächen dargestellt werden können, wurde jeweils eine Kontrollparzelle angelegt.

Die Versuche auf drei unterschiedlichen Standorten innerhalb des Golfplatzes durchgeführt. Die insgesamt neun Versuchspartellen wurden monatlich ausgewertet.

Zusätzlich wurden Bodenproben gezogen, um die Menge an Mikroorganismen im Boden bestimmen zu können, und ggf. Vergleiche zu den Boniturergebnissen ziehen zu können.

Auf allen drei Standorten konnte nach einer Beobachtungszeit von acht Monaten ein eindeutiges Ergebnis erzielt werden. Die Behandlung der Flächen mit Zusätzen verschiedener Effektiver Mikroorganismen bzw. die Zugabe von Mitteln, die die vorhandenen Mikroorganismen fördern, war gleichwertig und gleichgerichtet. Keine der Versuchsvarianten erbrachte signifi-

kante Unterschiede zur unbehandelten Variante. Demnach erscheint die durchgeführte mechanische Pflege nicht durch biologische Präparate verbesserbar zu sein.

## Literaturverzeichnis

- HAMMES, E. (2008): EM-Kreislauf des Lebens, VE-Editions, 4. Auflage, 78 S.
- HECKEL, M. (2006): Einführung in effektive Mikroorganismen. <http://www.em-ost.de/em-einfuehrung-links.html>.
- HENNIG, E. (2002): Geheimnisse der fruchtbaren Böden. OLV – Organischer Landbau Verlagsgesellschaft mbH; 206 S.
- LORCH, A. (2006): EM eine Chance für unsere Erde, OLV-Verlag; 310 S.
- LUNG, G. (2009): Schriftliche Mitteilung, Schulungsunterlagen Head-Greenkeeper-Ausbildung, DEULA Rheinland GmbH Bildungszentrum, Kempen/Niederrhein.
- MAU, F.-P., (2002): EM Fantastische Erfolge mit Effektiven Mikroorganismen in Haus und Garten, für Pflanzenwachstum und Gesundheit, Anwenderbuch, W. Goldmann Verlag, München; 287 S.
- MURDOCK J. (2006): Mit EM gesunder Rasen für Golfplätze. EM Infos Nr. 32-September 2006, [www.em-rako.de](http://www.em-rako.de).
- RAKO (2006): Eine kurze Einführung in die EM-Technologie, EM-Rako GmbH & Co. KG, Rahden-Varl, [www.em-rako.de](http://www.em-rako.de).
- SPEAKMAN, J.-B. (2009): Schriftliche Mitteilung BASF Limburger Hof.
- UMWELT ATLAS HESSEN, (2009): Informationen unter [www.atlas.umwelt.hessen.de](http://www.atlas.umwelt.hessen.de)
- WEIMANN (1998): Produktblatt Humbiak und Greengold.

## Autoren

*Torsten Schmidt*  
Geprüfter Head-Greenkeeper  
GC Mannheim-Viernheim 1930 e.V.  
Alte Mannheimer Str. 5  
68519 Viernheim

*Dr. Wolfgang Prämaßing*  
DEULA Rheinland GmbH  
Bildungszentrum  
Krefelder Weg 41  
47906 Kempen



**SOMMERFELD**

Sportlichkeit in ihrer schönsten Form.  
Golfplatzbau · Golfplatzpflege

Tel. +49 (0) 4486 - 9 28 20 · Fax +49 (0) 4486 - 92 82 72 · [www.sommerfeld.de](http://www.sommerfeld.de) · [info@sommerfeld.de](mailto:info@sommerfeld.de)