

Kann die UVC-Technik eine Alternative zur immer restriktiveren und weniger effizienten Anwendung von Fungiziden darstellen?

1. Einleitung und Ausgangslage

Schadpilze können auf Rasenflächen trotz sachgerechter Pflege und bei noch so guter fachlicher Praxis oft über Nacht und unerwartet, und zum Teil auch sehr nachhaltig auftreten. Sie können als direkte Auswirkung ungünstiger Standortverhältnisse wie Staunässe und Bodenverdichtungen in Erscheinung treten, oder aufgrund mechanischer Verletzungen, bedingt durch Pflegemaßnahmen oder den Spielbetrieb. Auch ungünstige Wachstumsbedingungen sowie extreme Witterungsverläufe verursachen Stress, der zu einer Schwächung der Gräser führt und deren Vitalität mindert. Durch die daraus resultierende erhöhte Anfälligkeit steigt wiederum das Risiko einer Infektion und beeinflusst darüber hinaus die Schwere und den Verlauf von typischen Stresskrankheiten negativ.

Der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln sollte entsprechend der guten fachlichen Praxis und gemäß dem Pflanzenschutzgesetz immer erst dann erfolgen, wenn die vorbeugenden Maßnahmen (sachgerechte Pflege) sowie alle sonstigen, nicht-chemischen Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes nicht zum Erfolg führten. Der Einsatz des chemischen Pflanzenschutzes ist somit auf das notwendige Maß zu beschränken. Leider stehen uns zur Abwehr von Schadpilzen bisher keine physikalischen und biotechnischen Maßnahmen zur Verfügung. Auch biologische Maßnahmen sind nur bedingt erfolgreich einsetzbar, da die dafür notwendigen mikrobiellen Präparate eigentlich als Pflanzenschutzmittel zugelassen sein müssten (einige sind als Pflanzenschutzmittel gelistet, aber nicht für den Einsatz im Rasen genehmigt). Eine Listung als Pflanzenstärkungsmittel ist nicht mehr gestattet, wenn eine direkte Wirkung eines antagonistischen Bakteriums oder Pilzes gegenüber einem Schadpilz nachgewiesen ist. Ein derzeit noch möglicher Weg erfolgt über einige Bodenhilfsstoffe, die zufälligerweise eine Nebenwirkung gegen Schadpilze besitzen. Wie lange uns dieser Weg noch offen steht, ist nicht abzusehen.

Aktuell stehen uns zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten nur eine begrenzte Anzahl an Fungiziden zur Verfügung, wobei drei Wirkstoffe in den genehmigten Fungiziden aus einer Wirkstoffgruppe mit einem hohen Resistenzrisiko stammen, und drei weitere Wirkstoffe aus anderen Wirkstoffgruppen ein mittleres Resistenzrisiko aufweisen. Daher verwundert es nicht, wenn man aus der Praxis hört, dass manchmal nur ein geringer oder überhaupt kein Erfolg erzielt wurde.

Ob neue Genehmigungen zu erwarten sind, ist schwer abschätzbar. Zumindest hat es den Anschein, dass die Hersteller aufgrund des langwierigen Verfahrens und wegen der Kosten nicht gewillt sind, weitere Fungizide für die Nutzung auf Rasenflächen genehmigen zu lassen. Zahlreiche und in der Praxis erprobte Produkte würden zur Verfügung stehen, wenn man nur mal einen Blick in andere Staaten nimmt, die bei der Genehmigung nicht so restriktiv verfahren.

Somit benötigen wir dringend eine Alternative zu dem sich immer stärker reduzierenden Pool an Fungiziden, und deren immer stärker schwindenden Wirksamkeit. Eine physikalische Maßnahme, die schon in anderen Bereich sehr erfolgreich zur Abtötung und Abwehr von Mikroorganismen zum Einsatz kommt – die UV-C Technik – könnte eventuell die bestehende und immer größer werdende Bekämpfungslücke gegenüber den Schadpilzen schließen.

2. Bisherige Einsatzgebiete der UV-C Technik und ihre Wirkungsweise

UV-Strahlung wird schon längere Zeit zur Desinfektion von Luft, Wasser und Oberflächen in folgenden Bereichen eingesetzt:

- Aufbereitung von Trinkwasser: z. B. bei Brauereien, Getränkeherstellern sowie zur Trinkwasserentkeimung in Haushalten, Pensionen und Hotels, einschließlich der kommunalen Trinkwasseraufbereitung.
- Aufbereitung von Prozesswasser: Kühlwasserkreisläufe, Prozesswasserkreisläufe, Tiefbrunnen-Entnahme, Algenbekämpfung von Fischteichen.
- Aufbereitung von Abwasser - Abwasserentkeimung in Kläranlagen
- Luft- und Raumentkeimung z.B. in Krankenhäusern generell und insbesondere von Sterilräumen/Sterilbänken.
- Entkeimung von Packstoffen vor dem Befüllung (z. B. Joghurtbecher, sämtliche abfüllbaren Behältnisse in der Lebensmittelabpackung und in der Medizin-industrie)
- Produktschleusen in der Medizintechnik und Lebensmittelindustrie

Bei der UV-C Bestrahlung werden die Nukleinsäuren (DNA und RNA) in den Mikroorganismen durch einen photochemischen Prozess geschädigt und somit die Mikroorganismen inaktiviert. Durch den photochemischen Prozess wird in den Nukleinsäuren eine „Dimer-Bildung“ der Thymin-Bausteine ausgelöst. Dies geschieht in Sekundenbruchteilen. Durch diese „Dimer-Bildung“ der Thymin-Bausteine ist die Transkription der Nukleinsäuren gestört. Auch eine identische Replikation der DNA, wie sie bei der Mitose abläuft, ist nicht mehr möglich. Diese Schädigung der Nukleinsäuren durch UV-C Strahlung tritt sowohl bei Mikroorganismen als auch bei pflanzlichen und tierischen Zellen auf.

Die UV-C Strahlung dringt in tierische und menschliche Hautzellen nur geringfügig ein (ca. <5% in die Hornhaut, <1% in die Oberhaut), sodass bei kurzzeitiger Bestrahlung keine Gefahr droht. Erst bei längerer und intensiver Bestrahlung und bei einer Schädigung der oberen Hauptpartien durch Sonnenbrand kann Hautkrebs ausgelöst werden. Schon normale Brillengläser schützen die Augen nachhaltig gegenüber UV-C Strahlung, denn die UV-C Strahlung kann Brillenglas nicht durchdringen.

3. Bisheriger Einsatz von UVC gegen Schadpilze

Inzwischen findet man in der Fachliteratur einige Befunde über die Anwendung von UV-C Strahlung zur Bekämpfung von Schadpilzen auf Pflanzen. So werden z.B. Früchte im Nachernteverfahren mit UV-C bestrahlt, um sie vor Fruchtfäulen zu bewahren (Citrusfrüchte, Mango, Gemüsepaprika, Weintrauben). Durch die UVC-Bestrahlung werden aber nicht nur Fruchtfäulen vermieden, sondern z.T. auch das Erscheinungsbild der Früchte und die Transporteigenschaften verbessert (Mango).

UV-C Bestrahlung kommt aktuell nicht nur im Nachernteverfahren zum Einsatz, sondern schon während der Kultur mancher pflanzlicher Produkte. Durch regelmäßige Bestrahlung sollen Pilzinfektionen vermieden werden. Dies funktioniert z.B. gegen Echten Mehltau bei Marihuana und Erdbeeren relativ gut, ebenso bedingt im Weinbau (Hochschule Geisenheim).

UV-Lampen werden auch bei einigen Pflanzen in Gewächshäusern zur Langzeitbestrahlung über Nacht eingesetzt mit dem Ziel, Schaderreger zu unterdrücken bzw. zu bekämpfen. Die Firma CleanLight bietet hierfür Systeme an, und beschreibt auf ihrer Homepage, dass sich Mehltau und Botrytis auf Pflanzen mit UV-Licht bekämpfen lassen.

Tab. 1: Empfindlichkeit verschiedener Mikroorganismen (Quelle: CleanLight)

Empfindlichkeit von verschiedenen Mikroorganismen gegenüber UV-C Bestrahlung		
Bakterien/Pilze	Organismen Gruppe	Bakterienarten der Gruppe
	vegetative Bakterien	<i>Staphylococcus aureus</i>
		<i>Streptococcus progenis</i>
		<i>Escherichia coli</i>
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
		<i>Serratia marcescens</i>
	Mycobacteria	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
		<i>Mycobacterium bovis</i>
		<i>Mycobacterium leprae</i>
	Bakterien Sporen	<i>Bacillus anthracis</i>
		<i>Bacillus cereus</i>
		<i>Bacillus subtilis</i>
	Pilz-Sporen	<i>Aspergillus versicolor</i>
		<i>Penicillium chrysogenum</i>
		<i>Strachybotrys chartarum</i>
weniger empfindlich		

Wie CleanLight selbst ausführt, ist die Abtötung von Pilzsporen wegen der dicken Hülle, die die Sporen umgibt, äußerst schwierig. Erst eine höhere Dosierung wäre erfolgreich, ist jedoch toxisch für die Pflanzen. Auf ihrer Homepage ist die Bewertung der Wirksamkeit von UV-Light beschrieben (Tabelle 1). Phytotoxizität, wie sie von CleanLight beschrieben wird, wurde auch bei Versuchen an jungen Weinblättern in Geisenheim beobachtet, obwohl dort nur mit einer normalen Dosis bestrahlt wurde. Der Erfolg gegenüber diversen Schadpilzen, insbesondere *Botrytis* an Weinreben, hielt sich bei diesen Freilandversuchen in Grenzen.

4. Auf welchen Effekten beruht die Wirksamkeit einer UV-C Bestrahlung?

Man unterscheidet bei der Wirksamkeit der UV-C Bestrahlung zwei Prinzipien:

- a) Die direkte Wirkung gegenüber dem zu bekämpfenden Organismus (z.B. Bakterium, Pilze etc.)
- b) Die indirekte Wirkung über die Kulturpflanze.

a) Direkte Wirkung

Bei der direkten Wirkung werden die Nukleinsäuren in den bestrahlten Zellen geschädigt. Dabei tritt die oben beschriebene „Dimer-Bildung“ auf, wodurch der betroffene Schaderreger weitgehend nachhaltig geschädigt wird. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn das UV-C Licht mit der entsprechenden Dosis auf den Schaderreger trifft, und in seine Zellen eindringen kann. Wie die Tabelle 1 von CleanLight zeigt, sind vor allem Pilzsporen wegen ihrer kompakten Zellwand weniger empfindlich, und werden daher nur bedingt, wenn überhaupt, geschädigt. Bakterienzellen oder Pilzmycel mit ihrer dünneren Zellwand sind da schon empfindlicher. Aber auch hier ist die Wirksamkeit abhängig von der Strahlendosis. Außerdem werden nur die Schadorganismen durch das UV-C Licht geschädigt, die direkt getroffen werden. Schadpilze, die sich z.B. auf der Blattunterseite befinden, werden nicht erfasst, wenn das Blatt nur von oben bestrahlt wird, da die UV-C Strahlen das Pflanzengewebe nicht durchdringen können. Aus diesem Grund erprobt die Hochschule in Geisenheim eine Verwirbelungstechnik, bei der das Rebenblatt durch einen Luftstrom herumgewirbelt wird, damit die UV-C Strahlung sowohl die Blattober- als auch die Blattunterseite trifft.

Die fest installierten oder auf Laufschiene beweglichen Beleuchtungseinheiten der Firma CleanLight bestrahlen die darunter stehenden Pflanzen nur auf der Blattoberseite. Nicht erfasst werden können sämtliche Pilzsporen und das Pilzmycel auf der Blattunterseite, die deshalb trotz intensiver UV-C Bestrahlung eine Infektion auslösen können.

Des Weiteren sollten folgende Besonderheiten hinsichtlich der Infektion mit pilzlichen Schaderregern bei der Bestrahlung mit UV-C beachtet werden:

- Bei ektoparasitischen Schaderregern wird das Mycel auf der Blattoberfläche ausgebildet. Somit kann es durch eine UV-C Bestrahlung geschädigt werden.
- Bei endoparasitischen Schaderregern befindet sich das Mycel im Pflanzengewebe. Eine direkte Wirkung der UV-C Strahlung auf das Mycel ist daher ausgeschlossen. Daher müsste man die Wirtspflanzen ständig bestrahlen, um eine direkte Wirkung gegenüber endoparasitischen Schaderregern zu erreichen - im Grunde genommen täglich, denn die meisten Pilzsporen keimen über Nacht. Das vom Keimschlauch ausgebildete Appressorium bildet sich kurz nach der Sporenkeimung, sodass die Infektion des Pflanzengewebes (Eindringen in die Pflanze) meist innerhalb von 24 Stunden erfolgt.

Das Austrian Institute of Technology – Dr. Gorfer – konnte in Kooperation mit UVC TurfCare die direkte Wirksamkeit einer mehrmaligen Bestrahlung von Grashalmen gegenüber Pilzen nachweisen. Nach der Bestrahlung wurden Abdrücke von den Grashalmen auf Agarplatten gemacht, und anschließend die Agarplatten inkubiert. In Abb. 2 ist die Wirksamkeit durch die mehrmalige UV-C Bestrahlung deutlich nachweisbar. Die Grashalme ohne Bestrahlung hatten wesentlich mehr oberflächenbesiedelnde Pilze aufzuweisen, als die Grashalme, die bis zu 4mal bestrahlt wurden. Es konnte zwar eine Reduktion des Pilzpotentials auf der Grashalmoberfläche nachgewiesen werden. Aber auch das 4malige Bestrahlen führte zu keiner nachhaltigen direkten Wirksamkeit.



Abb. 2: Abdrücke von UV-C exponierten Grashalmen auf Agar. Linkes Bild nach 16h Inkubation, rechtes Bild nach 24h. (0-Kontrolle; 1x, 2x, 3x, 4x unter dem UVC-Modul) (Quelle: AIT Dr. M. Gorfer in Kooperation mit UVC TurfCare, Klaus D. Schmitt Course Support e.K.)

b) Indirekte Wirkung

In der Literatur wird bezüglich der Wirksamkeit auch eine indirekte Wirkung beschrieben, bei der durch die UV-C Bestrahlung eine UV-induzierte Expression von Pathogen-Abwehrgenen ausgelöst werden kann. Solche Beobachtungen sind für Sojabohnen, Tabak, Tomaten und Arabidopsis in der Literatur beschrieben. Dabei werden Gene z.B. zur Produktion von Enzymen für die Flavonoid-Biosynthese, für die Bildung von Sauerstoff-Radikal-Detoxifizier, von Chitinasen, von 3-Glucanasen, von PR-Proteinen sowie für Photolyasen genannt. Auch die Bildung von Jasmon- und Salicylsäure sowie von Ethylen, die für Abwehrmechanismen bekannt sind, wird in der Literatur beschrieben.

Speziell diese UV-C aktivierte/induzierte Resistenz wurde vor allem bei der Nacherntebehandlung von Früchten gegenüber *Botrytis cineria*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Monolinia fructicola*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum* und *Rhizopus stolonifer* erfolgreich eingesetzt, wenn die Bestrahlung mit UVC ≥ 24 h vor der Sporen-Inokulation erfolgt.

Erste Beobachtungen bei der Bestrahlung von Rasenflächen mit dem neuen Lampentyp von UVC Turf Care liefern Hinweise, die ebenfalls auf eine „induzierte Resistenz“ hinweisen. Aktuell soll dies in einem Forschungsvorhaben geklärt werden.

5. Welche Effekte einer UV-C Bestrahlung sind bisher bei Sportrasen bekannt?

Versuche hinsichtlich der Wirksamkeit einer UV-C Bestrahlung mit einkeimblättrigen Pflanzen sind in der Literatur nicht zu finden. Somit liegen bisher auch keine Ergebnisse zum Sportrasen vor.

Da bisher keine Versuchsdaten für Rasen vorliegen, hat man zunächst die ersten Praxisversuche mit den gängigen Lampentypen vorgenommen. Die ersten Ergebnisse waren nicht sehr erfolgversprechend. Die Wirksamkeit ließ zu wünschen übrig. Auch ein tägliches Überfahren der Rasenfläche erbrachte nicht den gewünschten Erfolg. Bei dem verwendeten Lampentyp handelt es sich um UV-C Lampen, die vor allem zur Desinfektion von Bakterien eingesetzt werden. Wie aus der Graphik von CleanLight zu entnehmen, sind Bakterien wesentlich empfindlicher als Pilze. Dies mag ein entscheidender Grund für die unzureichende Wirksamkeit dieses Lampentyps sein.

Die Firma UVC TurfCare GmbH, die ebenfalls schon sehr früh mit den praktischen Versuchen begonnen hat, stellte zudem fest, dass die Wirksamkeit der Lampen sehr stark von ihrem Temperaturoptimum abhängt. Beim Ausheben der Bestrahlungseinheiten während des Wendevorganges mit dem ursprünglichen Prototyp kam kühle Luft unter das Gehäuse und die UV-Lampen kühlten ab. Laut Herstellerangaben sollten die UV-Lampen in einem konstanten Temperaturbereich von 90 – 110°C gehalten werden, damit sie die optimale Strahlungsintensität im UV-Bereich aufbringen. Wird das Gerät auf der Rasenfläche gewendet, ohne dass die Bestrahlungseinheit ausgehoben wird, sind die Ergebnisse etwas vielversprechender, weil unter dem Gehäuse eine konstante Temperatur gehalten wurde. Es stellten sich dabei auch die ersten Erfolge ein, aber nur, wenn die Flächen fast täglich bestrahlt worden sind.

Die Abhängigkeit der Wirksamkeit von der optimalen Temperatur der Lampen hat dazu geführt, dass sich die Firma UVC Turf Care GmbH nach Alternativen umgeschaut hat. Sie wurde in der Schweiz fündig. Dort wurde ein UV-C Lampentyp entwickelt, der bei niederen Temperaturen eine optimale Strahlungsintensität erbringt (5 – 30°C).

Mit den UV-C Lampen aus der Schweiz wurden 2016 die ersten Praxis-Versuche durchgeführt. Da damals nur ein Prototyp zur Verfügung stand, wurde dieser auf verschiedenen Flächen eingesetzt, die je nach der Intensität des Befalls ausgesucht worden sind. Dabei machte man auf einem Golfplatz eine äußerst interessante Beobachtung, die für die weitere Anwendung dieser Technologie von ausschlaggebender Bedeutung sein könnte. 2016 wurden auf diesem Golfplatz drei Grüns zu Saisonbeginn mehrfach ab Mitte März bis Mitte April mit den neuen Lampen bestrahlt. Nachdem der Prototyp Mitte April auf eine andere Fläche gebracht worden war, fand auf diesen 3 Grüns 2016 keine weitere Bestrahlung mehr statt. Obwohl auf den übr-

gen 15 Grüns im Sommer und Herbst sowie zu Winterbeginn ein mehr oder weniger intensiver Befall mit Schadpilzen vorhanden war, blieben die 3 bestrahlten Grüns weitgehend intakt und ohne Schadsymptome. Sogar von den spät in der Saison auftretenden ersten Schneeschimmelsymptomen blieben die 3 im Frühjahr bestrahlten Grüns verschont. Dies lässt den Schluss zu, dass im Frühjahr durch die Bestrahlung sehr wahrscheinlich eine induzierte Resistenz ausgelöst worden ist, wie sie schon in der wissenschaftlichen Fachliteratur beschrieben ist. Diese Resistenz hielt die gesamte Saison über bis zum Beginn der Wintersaison an. Wenn sich dies in weiteren Versuchen bestätigen würde, müsste man die Rasenflächen nicht während der Saison und ständig überfahren, sondern könnte die Bestrahlung gezielt zur Induktion der Resistenz einsetzen.



Abb. links und rechts oben: UVC TurfCare Lichtmodule von unten, die bei einer Umgebungstemperaturen von +5 bis +30 Grad keinen Leistungsverlust haben, im Vergleich zu den übrigen UVC-Lampen, die weitaus höhere Temperaturen für eine optimale Wirksamkeit benötigen.

Abb. links unten: UV-C TurfCare Lichtmodule in Kombination mit Toro Greensmaster 3250 und Bügeleinheiten.

In einem weiteren Stadion wurden die Rasenflächen ab Herbst 2017 regelmäßig bestrahlt (bis zu 4mal die Woche). Dabei konnte eine deutliche Reduktion des Krankheitsbefalls an den Blättern festgestellt werden.

Der Befall an den Blättern der Rasennarbe war laut PCR-Analyse am 26.10.17 im Vergleich zu den Proben vom 13.9.17 deutlich geringer (siehe Tab. 2). Einige Pilze, die am 13.9.17 noch nachgewiesen wurden, konnten sogar mit der PCR-Analyse, die auch latente Infektionen erfasst, nicht mehr nachgewiesen werden. Es waren auch kaum noch Schadsymptome auf der Rasenfläche zu erkennen. Auf die Schadpilze in

der Wurzel werden wir bei der direkten Wirkung der UV-C Strahlung keinen Effekt erzielen, was auch die Untersuchungsergebnisse der PCR-Analyse bei den B&W Proben zeigt. Hier wird erst eine Wirksamkeit erzielt, wenn es gelingt, durch eine gezielte Bestrahlung eine „induzierte Resistenz“ zu erzeugen.

Krankheit	Erreger	13.09		12.10.		26.10.	
		B&W	B	B&W	B	B&W	B
Anthrachnose	<i>Colletotrichum graminicola</i>	–	–	–	–	–	–
Blattflecken	<i>Drechslera</i> spp.	–	–	–	–	–	–
	<i>Bipolaris/Cochliobolus/Curvularia</i>	+	+	+	+	+	+
Leaf blight	<i>Leptosphaerulina australis</i>	–	+	+	+	+	–
Dead spot	<i>Ophiosphaerella agrostis</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Ophiosphaerella herpotricha</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Ophiosphaerella korrae</i>	–	–	–	–	–	–
Brown patch	<i>Rhizoctonia solani</i>	–	+/-	–	–	–	–
Yellow patch	<i>Rhizoctonia cerealis</i>	–	–	–	–	–	–
Dollarfleck	<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	–	–	–	–	–	–
Pythium Bräune	<i>Pythium ultimum</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Pythium graminicola</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Pythium arrhenomanes</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Pythium myriotylum</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Pythium aphanidermatum</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Pythium intermedium/ P. irregulare</i>	–	–	–	–	–	–
	<i>Pythium torulosum</i>	+/-	–	–	–	–	–
Rostkrankheiten	<i>Puccinia</i> spp.	–	–	–	–	–	–
Rotspitzigkeit	<i>Laetisaria fuciformis</i>	–	–	–	–	–	–
Schneeschnitzel	<i>Microdochium nivale</i>	–	–	-/+	-/+	+/-	+/-
Sommerfusariose	<i>Fusarium culmorum</i>	–	+	–	+	–	–
	<i>Fusarium acuminatum/ avenaceum /tricinctum</i>	+	+	+	+	+	–
	<i>Fusarium equiseti</i>	–	+	–	+	–	–
	<i>Fusarium poae</i>	–	–	–	–	–	–
Take-All patch	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	–	–	–	–	–	–
Typhula Fäule	<i>Typhula incarnata</i>	–	+/-	–	–	–	–
Summer patch	<i>Magnaporthe poae</i>	+/-	+/-	–	–	–	–

Tab. 2: Untersuchungsprotokoll der Proben eines Fußballstadions, dessen Rasenflächen ab dem 22.09.2017 regelmäßig (bis zu viermal die Woche) mit UVC behandelt wurde (B&W = Blatt + Wurzel, B = nur Blatt) (Quelle: Untersuchungsbericht der PCR-Analyse, AIT Dr. M. Gorfer in Kooperation mit UVC TurfCare).

6. Zusammenfassung

Die UV-C Technik könnte eine interessante Bekämpfungs-Strategie für den Fall darstellen, dass entweder keine nicht-chemischen Alternativen und/oder keine Fungizide zur Bekämpfung von Schadpilzen mehr zur Verfügung stehen.

Es ist jedoch nicht damit getan, eine x-beliebige UV-C Lampe zu verwenden, denn wie sich bei den Versuchen von Klaus Schmitt (UVC TurfCare) gezeigt hat, kommt es bei der Wirkung auf den Lampentyp und dessen Strahlungsintensität an, die wiederum, je nach Lampentyp, von einem Temperaturfenster abhängig ist. Lampentypen, die bei Bakterien hinreichend wirksam sind, müssen nicht gleichzeitig auch bei Schadpilzen wirksam sein.

Die ersten Versuche und Anwendungen, die bisher im Rasenbereich durchgeführt wurden, geben Hoffnung auf einen nachhaltigen praktischen Einsatz. Ob jedoch die direkte Wirkung, die erst durch ständiges Überfahren der Fläche (jeden zweiten Tag) erzielt wird, aus ökologischen Gründen erstrebenswert ist (CO₂-Ausstoß), mag bezweifelt werden, zumal auch bei den Laborversuchen von Herrn Dr. Gorfer trotz mehrmaliger Bestrahlung keine 100%ige Wirksamkeit nachgewiesen werden konnte. Außerdem ist bisher noch nicht eindeutig geklärt, ob nicht durch das ständige Bestrahlen mit einer eventuell subletalen Strahlungsintensität die Gefahr von Mutationen bei den Schadpilzen besteht. Bisher konnte keine Mutation nachgewiesen werden, aber in der Literatur wird von Fungizid-Resistenz berichtet.

Der interessantere Weg wäre die indirekte Wirkung, nämlich das Hervorrufen einer Induzierten Resistenz. Dieser sollte bei der weiteren Forschung im Fokus stehen. Dies hätte folgende Vorteile:

- Weniger Bestrahlungsfahrten auf den Flächen, dadurch auch ein geringerer CO₂-Ausstoß
- Die Gefahr von Mutationen wird minimiert
- Gleichzeitig wird der Aufbau einer antagonistischen Mikroorganismen-Population auf der Blattoberfläche begünstigt, was den natürlichen Verhältnissen entspricht und wünschenswert ist
- Eventuell werden die Gräser insgesamt widerstandsfähiger (Cross Resistenz – ebenfalls in der Literatur beschrieben).

Leider müssen hinsichtlich der Induzierten Resistenz bei Gräsern noch einige Fragen geklärt werden, denn soweit wir dies derzeit überblicken, müssen die Gräser in einem bestimmten physiologischen Stadium bestrahlt werden. Außerdem ist nicht bekannt, ob die einzelnen Gräserarten eventuell unterschiedlich hinsichtlich einer induzierten Resistenz reagieren.

Ob durch eine gezielte UV-C Bestrahlung in den Fußballstadien ebenfalls eine „Induzierte Resistenz“ erzielt werden kann, muss ebenfalls geklärt werden, da die Rasenfläche regelmäßig und unabhängig vom Tag-Nacht-Rhythmus mit Photosynthese leistungssteigerndem Licht bestrahlt werden. Es gibt die ersten Hinweise darauf, dass sich die Störung des Tag-Nacht-Rhythmus auf die Stoffwechselphysiologie der Gräser auswirken kann.

All diese Fragen, die insbesondere mit der indirekten Wirkung der UV-C Strahlung in Zusammenhang stehen, sollen in einem Forschungsvorhaben geklärt werden, damit eventuell in absehbarer Zeit die Technologie für einen gezielten, nachhaltigen Einsatz zur Verfügung stehen könnte.

Das regelmäßige Befahren der Rasenfläche auf Fußballspielfeldern wäre in den Stadien eine noch zumutbare Pflegeleistung. Auf den übrigen Sportrasenflächen, insbe-

sondere auf Golfrasen, wird ein regelmäßiges Befahren (täglich oder jeden zweiten Tag) nur dann in der Praxis umsetzbar sein, wenn man es mit einer Pflegemaßnahme kombiniert, die schon regelmäßig mehrmals in der Woche durchgeführt wird. Deswegen hat die Firma UVC TurfCare GmbH die UV-C TurfCare Lichtmodule mit einer Bügeleinheit kombiniert. Eine weitere Anwendungsalternative wäre die Entwicklung von autonomen UV-C Bestrahlungsgeräten, die dann eventuell über Nacht die Flächen überfahren.

Autor: Dr. Gerhard Lung,
Institut Dr. Lung, Fridinger Straße 55, D-70619 Stuttgart