Vitalitätsansprache des Hausschwammes (*Serpula lacrymans*) und anderer holzzerstörender Gebäudepilze

T. HUCKFELDT [1], G. KLEIST [2] & H. QUADER [1]

Huckfeldt, T., G. Kleist & H. Quader (2000): Aspects of vitality of the Dry Rot Fungus (*Serpula lacrymans*) and other wood-rotting indoor fungi. Z. Mykol. 66/1: 35–44.

Key words: *Serpula lacrymans*, basidiomycetes, vitality test, fluorescein diacetate, confocal laser scanning microscopy.

Summary: The True Dry Rot Fungus (*Serpula lacrymans*) is the most important wood destroying indoor fungus in Germany and throughout central Europe. In view of a successful elimination of *S. lacrymans* in buildings, it is indispensable to know whether the observed mycelium is already dead or still alive. The employment of a vitality test affords some basic prerequisites: The test must be highly sensitive and selective to detect even a small number of living hyphae, and it should be applicable directly to wood within which the mycelium normally lives for a long time. Here, we describe a procedure to examine fungal vitality based on the differential fluorescence property of the vital stain fluorescein diacetate (FDA) in living and dead hyphae. The ability of living hyphae to metabolize is the prerequisite for the vital test employing FDA. Basically, FDA is non-fluorescent and will be hydrolyzed enzymatically by esterases after penetrating living hyphae before the accumulated fluorescein can be detected in the cytoplasm via its fluorescence. A reliable and reproducible FDA staining of the cytoplasm only of living hyphae is achieved in a weak acidic environment, pH 5.0. Confocal laser scanning microscopy (CLSM) was employed and proved to be of great advantage in visualizing hyphae in wood. We studied the applicability of FDA in a vitality test using pure cultures of *S. lacrymans* and six other wood-destroying basidiomycetes. Aerial as well as substrate mycelium in test blocks of European Oak wood (*Quercus robur*) and Scots pine sapwood (*Pinus sylvestris*) were investigated. Finally, the method was tested on naturally infected material from buildings: Uncovered surface mycelium could be detected as dying within days, whereas in strand mycelium single hyphae survived up to months. The pronounced hazard of *S. lacrymans* is a consequence of its ability to enter a long-lasting dormancy. By using the FDA-test, the asexual arthrospores could be identified as a possible cause of this "longevity".

Zusammenfassung: Bei der Wahl geeigneter Bekämpfungsmaßnahmen gegenüber holzzerstörenden Basidiomyceten in Gebäuden ergibt sich für Sachverständige immer wieder die Frage, ob das vorliegende Pilzmycel noch aktiv oder bereits abgestorben ist. Hierzu stellen wir ein Prüfverfahren vor, das eine zuverlässige und schnelle Beurteilung der Vitalität ermöglicht. Pilzhyphen wurden mit Fluoreszein-Diacetat (FDA) vital angefärbt und mit einem Konfokalen-Laser-Raster-Mikroskop sichtbar gemacht. Die

Anschrift der Autoren: [1] Tobias Huckfeldt & Priv.-Doz. Dr. Hartmut Quader, Institut für Allgemeine Botanik der Universität Hamburg, 22609 Hamburg.
[2] Dr. Gunnar Kleist, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Department of Biology, GB–London SW7 2AZ

Methode wurde an sieben Pilzarten überprüft, darunter sechs Stämmen des Echten Hausschwammes (*S. lacrymans*), sowie an Mycelproben aus Sanierungsobjekten. Mit FDA war es möglich, die Vitalität einzelner Hyphen sowohl im Oberflächen- als auch im Substratmycel im Holzgewebe anzusprechen und in „lebend" im Sinne von stoffwechselaktiv oder „abgestorben" zu differenzieren. In pilzbefallenen Gebäuden starb freigelegtes Luftmycel von *S. lacrymans* innerhalb von Tagen ab, während einzelne Hyphen im Strangmycel einer Laborkultur monatelang überlebten. Bei der Begutachtung ist besonders auf die allgegenwärtigen Schimmelpilze zu achten, deren Hyphen und Sporen eine eindeutige Vitalitätsansprache des eigentlichen Holzzerstörers erschweren können. Die besondere Gefährlichkeit des Hausschwammes liegt in der Trockenresistenz des Mycels. Mit Hilfe des FDA-Tests konnten insbesondere die ungeschlechtlichen Arthrosporen als mögliche Ursache dieser „Langlebigkeit" identifiziert werden.

Einleitung

Holz zerstörende Gebäudepilze richten alljährlich in Deutschland erhebliche Schäden an, deren Beseitigung immense Kosten verursacht. In einer Bestandsaufnahme des Bundesbauministeriums über den „Schädlingsbefall im Altbaubestand der neuen Bundesländer" wird der „Instandsetzungsbedarf mit hoher Dringlichkeit" auf ca. 40 Milliarden DM geschätzt (ANON. 1998). Hierbei steht der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans* [Wulf.: Fr.] Schroeter) in seiner praktischen und wirtschaftlichen Bedeutung als Gebäudeschädling weitaus an erster Stelle (GROSSER 1985).

Eine fachgerechte Bekämpfung des Echten Hauschwamms erfolgt nach der Normvorschrift DIN 68 800 „Holzschutz", Teil 4 „Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzzerstörende Pilze und Insekten". Hierin ist vorgeschrieben, dass bei allen Sanierungsmaßnahmen grundsätzlich ein Sicherheitsabstand von eineinhalb Metern in Schüttungen und einem Meter im Holz in allen Richtungen über den sichtbaren Befall hinaus einzuhalten ist, indem das pilzinfizierte Material ausgetauscht werden muß. Diese häufig sehr kostenintensive und gelegentlich als übertrieben vorsichtig angesehene Sanierungsmethode hat dazu geführt, daß in den letzten Jahren verstärkt alternative Verfahren angewendet werden, wie z.B. Wärmebehandlungen mit Mikrowellen oder Heißluft, bei denen nach der Behandlung das pilzinfizierte Baumaterial nicht ausgebaut wird (MUNCK & SUNDBERG 1994, GROSSER 1995, RUDOLPHI 1995).

Die große Gefährlichkeit des Hausschwamms liegt u.a. darin begründet, dass bei nicht fachgerecht ausgeführten Bekämpfungsmaßnahmen das Pilzmycel im Mauerwerk und im Bauholz nicht sicher abgetötet wird und dann erneut auswachsen kann (GROSSER et al. 1991). Eine Erfolgskontrolle im Sinne eines Nachweises der vollständigen Abtötung des Pilzmycels ist daher notwendig. Im folgenden wird hierzu ein Vitalitätstest vorgestellt, bei dem lebende Pilzhyphen mit dem Vitalfarbstoff Fluorescein-Diacetat (FDA) angefärbt und mit einem Konfokalen-Laser-Raster-Mikroskop (CLSM) nachgewiesen werden.

Material und Methoden

Verwendete Pilzarten

Sieben verschiedene Arten von Gebäudepilzen wurden für die Untersuchungen ausgewählt, wobei insbesondere die artspezifische Variabilität von *S. lacrymans* durch mehrere Stämme erfaßt wurde: *Serpula lacrymans* (Wulf.: Fr.) Schroeter (Echter Hausschwamm - BAM 133, Ebw. 315,

BF 03A, BF 17a, BF 25) sowie ein selbst entnommenes Gebäudeisolat; *Serpula himantioides* (Fr.: Fr.) Karst. (Wilder Hausschwamm - CTBA 570 B); *Coniophora puteana* (Schum.: Fr.) Karst. (Kellerschwamm - Ebw. 15); *Antrodia vaillantii* (DC.: Fr.) Ryv. (Breitsporiger Weißer Porenschwamm - BAM 14); *Oligoporus placenta* (Fr.) Gilbert et Ryv. (Rosafarbener Saftporling - FPRL 280); *Gloeophyllum trabeum* (Pers.: Fr.) Murr. (Balkenblättling - Ebw. 109); *Gloeophyllum abietinum* (Bull. Fr.) Karst. (Tannenblättling - Ebw. 68).

Die Kultivierung der Reinkulturen erfolgte in Petrischalen auf 5% Malzextrakt-2% Agar bei 21 ± 1°C und 70 ± 5 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Verwendete Holzarten und deren Besiedelung

Klötzchen der Abmessungen 20 x 10 x 5 mm^3 von Kiefernsplintholz (*Pinus sylvestris* L.) und Eichensplint- und -kernholz (*Quercus robur* L.) wurden für die Laborprüfungen verwendet. Bei 20±2°C und 65±5% rel. Luftfeuchtigkeit wurden die Holzproben zunächst auf eine Ausgleichsholzfeuchtigkeit von ca. 12 % gebracht und anschließend in strömendem Dampf bei 100°C sterilisiert. Die Proben wurden auf rostfreien Stahlringen auf dem Nährboden positioniert und innerhalb von zwei Wochen einem Pilzbefall bei 21±1 °C and 70±5 % rel. Luftfeuchtigkeit ausgesetzt. Die erfolgreiche Besiedelung der Proben wurde an den Mikroschnitten mit einer Pikrinanilinblau-Anfärbung nach CARTWRIGHT (1929) überprüft, wonach sich die Hyphen durch ihre blaue Färbung scharf vom Hintergrund abheben.

Zusätzlich wurden frische Abimpfungen von *S. lacrymans* aus verschiedenen Häusern in Hamburg entnommen, wobei Fruchtkörper, Luft- bzw. Strangmycel sowie Substratmycel im Holz untersucht wurden. Zum Vergleich lebender mit toten Hyphen wurden die Pilzkulturen der *Serpula*-Arten durch eine zweistündige Erhitzung bei 60°C und die der anderen bei 90°C abgetötet (MIRIC & WILLEITNER 1984).

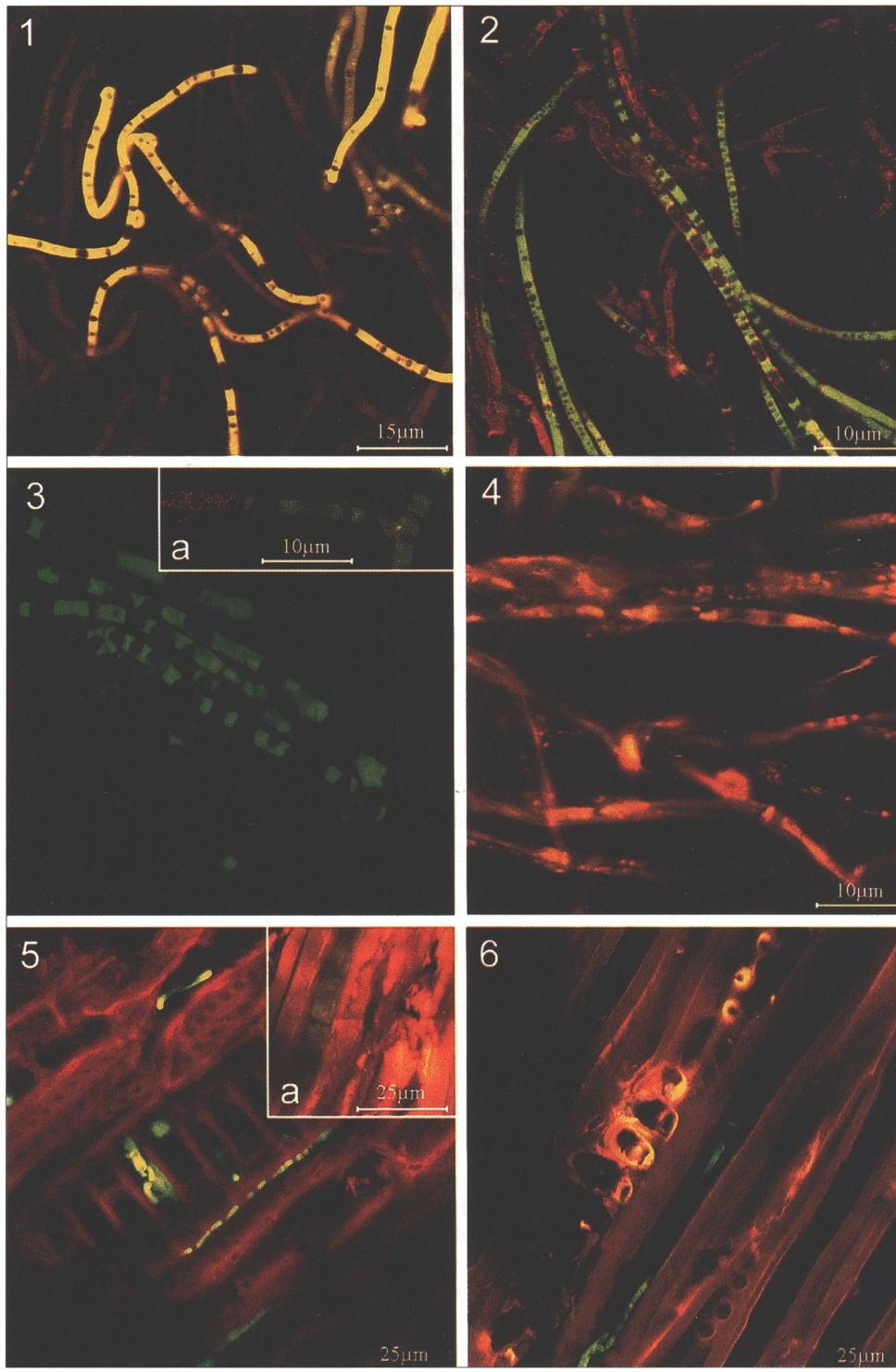
FDA-Vitalfärbung und Konfokales-Laser-Raster-Mikroskop (CLSM)

Vom Fluorochrom FDA wurde eine Stammlösung (10 mg/ml) in Dimethylsulfoxid (DMSO) hergestellt und bei 4–6 °C aufbewahrt. Die Färbung der Pilzhyphen mit FDA (50 µg/ml) erfolgte in einer Phosphatpufferlösung (60–70 mM, pH 5). Die Mycelproben wurden in einem Tropfen Lösung für 2–15 min inkubiert und dann mit dem CLSM mikroskopiert. Das CLSM (TCS 4D mit True Confocal Scanner, Leica Microsystems, Heidelberg) ist mit einem Argon/Krypton-Laser ausgerüstet, der Anregungen der Wellenlängen 488 nm, 568 nm und 648 nm ermöglicht. Das von FDA bei einer Anregung von 488 nm emittierte grüne (520–560 nm) und rote Licht (> 610 nm) wurde mittels zweier Photomultiplier gleichzeitig detektiert.

Ergebnisse

Oberflächenmycel aus Stammkulturen

Alle Reinkulturen der sieben untersuchten Arten sowie die sechs Stämme von *S. lacrymans* ließen sich mit FDA anfärben. Das Mycel konnte mit Hilfe des Farbstoffes in lebende und tote Hyphen differenziert werden. FDA färbte selektiv nur lebende, d.h. stoffwechselaktive Hyphen an (Abb. 1 und 2), deren Plasma nach Blauanregung (488 nm) im Gegensatz zu toten Hyphen (schwach rötlicher Farbton) leuchtend grün fluoreszierte (Abb. 3). Alle lebenden, fluoreszierenden Hyphen wiesen einen intakten Plasmaschlauch mit eingelagerten Vakuolen auf, die ungefärbt blieben. In keinem Fall wurde mit FDA eine Hyphe ohne intakten Plasmaschlauch angefärbt.


1
15µm
2
10µm
3
a
10µm
4
10µm
5
a
25µm
25µm
6
25µm

Derartige Merkmale waren zwar auch mit anderen Vitalfarbstoffen, wie z.B. Acridinorange, Alizarinrot, Brillantcresylblau, Chrysoidin, Cresylechtviolett, Eosin, Erythrosin, Methylenblau, Neutralrot, Nilblausulfat, Rhodamin B und Rose-bengale erkennbar, doch war es mit diesen Reagenzien in keinem Fall möglich, selektiv nur das lebende Plasma anzufärben.

Die selektive Färbung lebender Plasmabereiche der Kontrollpilze gelang allerdings nur bei pH-Werten des Puffers von 4–5. Bei pH 7, 9 oder 11 zeigte sich dagegen keine klare Differenzierung von lebenden und toten Hyphen (Abb. 13).

Mit FDA fluorochromierte Hyphen blichen unter dem CLSM – je nach Intensität des Lasers – innerhalb von 30 bis 60 s aus, Sporen bereits innerhalb von 20 s. Die FDA-Fluoreszenz des lebenden Plasmas wechselte dabei im Laserlicht von grün (Abb. 2) zu gelb (Abb. 1) und erlosch schließlich bei längerer Beobachtungszeit. Bei einer Verletzung der Hyphen erlosch die Fluoreszenz dieses Hyphenabschnittes unmittelbar bis zur nächsten Septe (Abb. 3a).

Pilzmycel im Holz

Nach künstlicher Pilzinfektion konnten lebende Hyphen im Holzgewebe von *Q. robur* und *P. sylvestris* mit Hilfe von FDA nachgewiesen werden (Abb. 5 und 6). Hierbei zeigten Parenchymzellen zwar ebenfalls eine grünliche Fluoreszenz, die aber im Vergleich zu den Pilzhyphen deutlich schwächer ausgeprägt war, jedoch nicht ausblich (Abb. 5a). Abgestorbene Hyphen konnten nicht identifiziert werden, da sie sich in ihrer schwach rötlichen Eigenfluoreszenz nicht von den Holzzellen abhoben.

Verteilung lebender und toter Hyphen in Stammkulturen

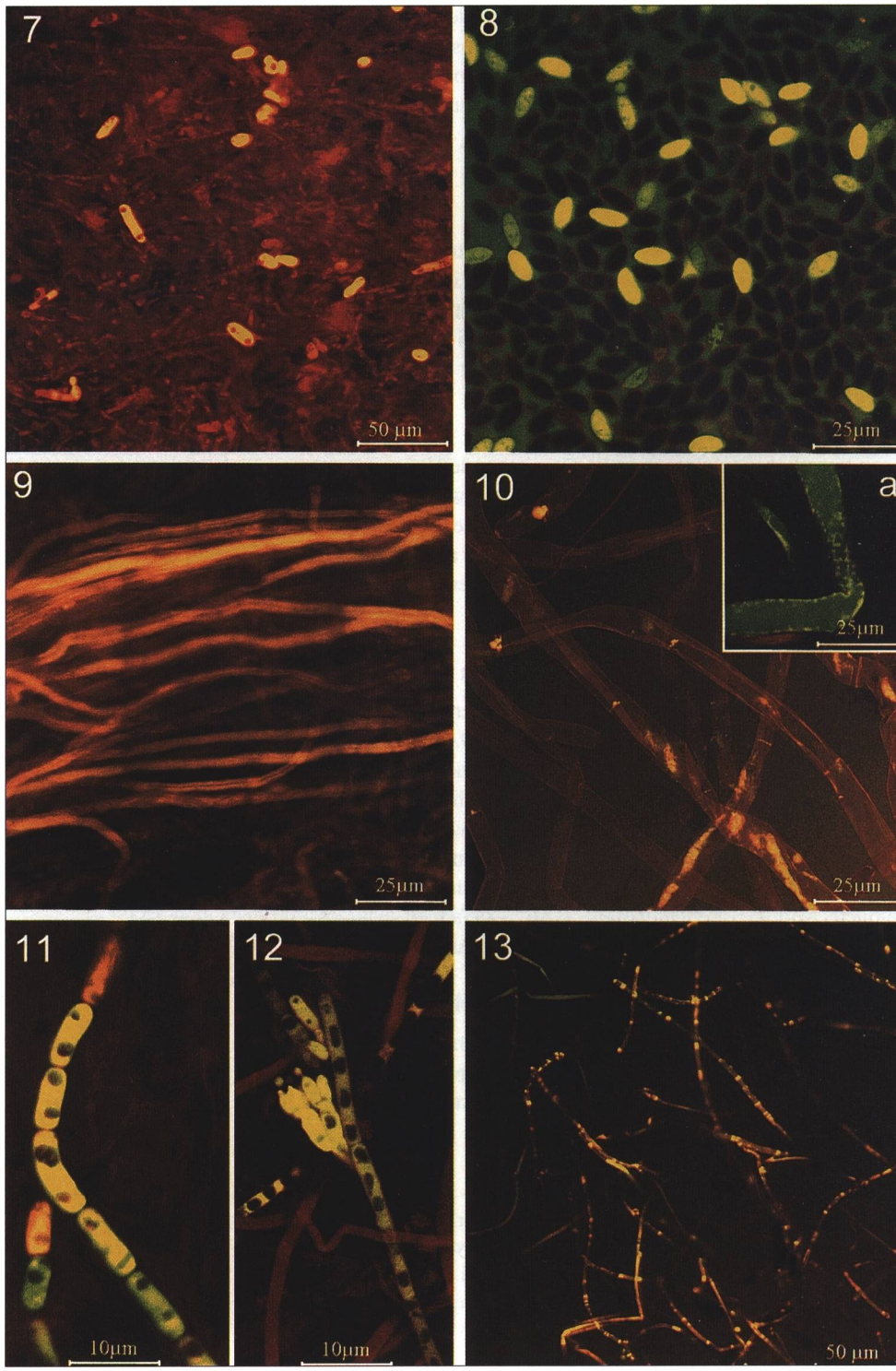
Hyphen aller untersuchten Arten zeigten in der unmittelbaren Mycelfront einer auf Malzagar wachsenden Pilzkultur eine gleichmäßige FDA-Fluoreszenz. Diese nahm mit zunehmender Entfernung vom Randbereich zum ursprünglichen Impfstück deutlich ab. Bereits sechs bis acht Wochen nach Beimpfung konnten im Oberflächenmycel von *A. vaillantii*, *C. puteana*, *G. abietinum*, *G. trabeum*, *S. himantioides* und *S. lacrymans* nur noch wenige lebende Pilzhyphen entdeckt werden. In Kulturen, die Arthrosporen ausbildeten, wie bei *C. puteana* und *G. trabeum*, starb das Oberflächenmycel nach sieben bis neun Wochen ab; lediglich die Sporen fluoreszierten gelblich (Abb. 7). Bei *S. lacrymans* BAM 133 fanden sich in Kultur nach über 10 Wochen noch vereinzelte lebende Hyphen in den Strängen in unmittelbarer Nähe zu Fruchtkörpern.

Lebende Hyphen von *S. lacrymans* in Gebäuden

Die Ergebnisse der Kontrollkulturen konnten an Material aus Gebäuden grundsätzlich bestätigt werden. Ältere Luftmycelien bestanden überwiegend aus Faserhyphen, die, sobald ausdifferenziert, abgestorben sind und insofern keine FDA-Fluoreszenz zeigten (Abb. 9). In jungem Strangmycel

---

Legende zu Seite 38: Abb. 1-6: FDA-Fluoreszenz – **1.** Lebende (gelb) und tote (rot) Grundhyphen von *A. vaillantii* BAM 14. Die Schnallen sind deutlich sichtbar. – **2.** Lebende (grün) und tote (rot) Grundhyphen von *S. lacrymans* BAM 17A. – **3.** Lebende Grundhyphen (grün) von *S. lacrymans* BAM 133 mit deutlicher „Vakuolenstruktur". – **3a.** Der linke Hyphenteil ist ab der Septe abgestorben (rot). – **4.** Abgestorbene Grundhyphen von *S. lacrymans* BAM 315 nach Hitzeeinwirkung. – **5.** Lebende Hyphen (grün) von *O. placenta* FPRL 280 in Eichen-Splintholz. – **5a.** Parenchymzelle (grün), Eiche. – **6.** Lebende Hyphe (grün) von *O. placenta* FPRL 280 in Kiefern-Splintholz.


7
50 µm
8
25µm
9
25µm
10
a
25µm
25µm
11
10µm
12
10µm
13
50 µm

konnte beobachtet werden, dass Gefäßhyphen lediglich in der Phase ihrer Ausdifferenzierung stoffwechselaktiv und damit vital waren (Abb. 10a). In älteren Strängen sank der Anteil lebender Hyphen stark ab, da diese überwiegend aus ausdifferenzierten und damit toten Faserhyphen bestehen. Lediglich die - auch im Strangmycel - gegenwärtigen Schimmelpilzhyphen signalisierten noch eine scheinbare Vitalität des Holzzerstörers (Abb. 12).

In Gebäuden, in denen wenige Tage vor der Probenentnahme gelüftet worden war, konnte auf Mauerwerk oder Putz kein lebendes Oberflächenmycel nachgewiesen werden. Die Übersicht in Tab. 1 zeigt die Überlebensfähigkeit der verschiedenen Hyphentypen bei unterschiedlichen Behandlungsarten der Stammkulturen.

Sporen in Gebäuden

Bei den Gebäudeuntersuchungen wurden nur bei max. 2% der Basidiosporen von *S. lacrymans* eine FDA-Fluoreszenz (Abb. 8) beobachtet. Im Gegensatz hierzu fluoreszierten nahezu alle Konidiosporen von *C. puteana* und *G. trabeum* deutlich mit FDA. Ebenso zeigten die stoffwechselaktiven Konidiosporen und Hyphen von Schimmelpilzen (z. B. *Aspergillus* spp. und *Penicillium* spp.) eine ausgeprägte FDA-Fluoreszenz (Abb. 12).

Diskussion

Lebensaktivität von Pilzhyphen kann sich z.B. in Längenwachstum ausdrücken oder allgemein in der Bildung von Diasporen. Lichtmikroskopisch ist eine lebende Hyphe darüber hinaus durch intakte Membran- und Organellstrukturen gekennzeichnet (LOHWAG 1938, BRAUNE et al. 1990): Große Vakuolen füllen das Zellinnere aus und bewegen sich im Plasmastrom. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde der Begriff der Vitalität auf die Beobachtung bzw. den Nachweis aktiver Stoffwechselprozesse in Pilzhyphen mit Hilfe des Vitalfluorochroms Fluorescein-Diacetat (FDA) erweitert. Die Fähigkeit lebender Hyphen zur Metabolisierung ist hierbei die Grundvoraussetzung zur Vitalitätsansprache, da FDA für sich allein keine Fluoreszenz zeigt. Nach Aufnahme des Farbstoffes in die lebende Pilzhyphe wird dieser enzymatisch durch Esterasen hydrolysiert und in Form von Fluorescein im Cytoplasma akkumuliert und ist dort durch seine Fluoreszenz nachweisbar (ROTMAN & PAPERMASTER 1965). Flourescein wurde früher allgemein zur Vitalanfärbung von tierischen (ELLINGER & HIRT 1929) und pflanzlichen Zellen (DÖRING 1935, STRUGGER 1938, HÖFLER et al. 1954) verwendet. In lebenden Epidermiszellen der Zwiebel entwickelt sich auf diese Weise eine intensive Fluoresceinfluoreszenz (DRAWERT 1960).

Bei unseren Untersuchungen ließen sich lebende Pilzhyphen aller untersuchten Arten und Stämme von Holzzerstörern mit FDA nachweisen (HUCKFELDT 1999). Während lebende Grundhyphen

---

Legende zu Seite 40: Abb. 7-12: FDA-Fluoreszenz – **7.** Stoffwechselaktive Arthrosporen von *C. puteana* Ebw. 15 (gelb) auf abgestorbenen Grundhyphen (rot). – **8.** Basidiosporen von *S. lacrymans*. Stoffwechselaktive Stadien hell grünlich gefärbt, abgestorbene bzw. stoffwechselreduzierte Stadien dunkel erscheinend. – **9.** Ausdifferenzierte, abgestorbene Faserhyphen von *S. lacrymans*. – **10.** Ausdifferenzierte, abgestorbene Gefäßhyphen von *S. lacrymans*. – **10a.** Während der Entwicklungsphase noch lebend. – **11.** Stoffwechselaktive Arthrosporen von *S. lacrymans*. – **12.** Konidiophor von *Penicillium* spp. (grün) im Strangmycel von *S. lacrymans*. Abgestorbene Grund- und Faserhyphen sind rot gefärbt. – **13.** Lebende Grundhyphen von *S. lacrymans* BAM 133, unbefriedigende Differenzierung bei pH 9.

Tab. 1: FDA-Fluoreszenz von Hyphen und Sporen von *S. lacrymans* in verschiedenen physiologischen Stadien; lebend „✱", tot „†", Sporen in Ruhephase oder abgestorben „(✱)". (Hyphenterminologie nach JENNINGS & BRAVERY 1991).

Zustand \ Typ	Grund- & Substrathyphen	Gefäß- & Faserhyphen	Basidiosporen	Arthrosporen
in Entwicklung	Fluoreszenz ✱	Fluoreszenz ✱	Fluoreszenz ✱	Fluoreszenz ✱
ausdifferenziert	Fluoreszenz ✱	keine Reaktion †	keine Reaktion (✱)	Fluoreszenz ✱
getrocknet	keine Reaktion †	keine Reaktion †	keine Reaktion (✱)	–
abgetötet	keine Reaktion †	keine Reaktion †	keine Reaktion †	keine Reaktion †
keimend	–	–	Fluoreszenz ✱	Fluoreszenz ✱

aus dem Strangmycel von *S. lacrymans* eine ausgeprägte FDA-Fluoreszenz zeigten, blieben ausdifferenzierte Faserhyphen ohne Fluoreszenz. Die negative Farbreaktion erklärt sich durch die Tatsache, daß diese Hyphen im ausdifferenzierten Stadium immer abgestorben sind (FALCK 1912). Für die Unterscheidung lebender und toter Hyphen erwies sich ein pH-Wert von 4 bis 5 in der Pufferlösung als optimal. Selbst präparationsbedingte Verletzungen, die zum Absterben der Hyphen führten, zeigten einen unmittelbaren Verlust ihrer FDA-Fluoreszenz. Der Vitalitätsnachweis von Sklerotien der Art *Sclerotinia trifoliorum* Erikss. gelang DITTMER & WELTZIEN (1990) bei einem ähnlichen pH-Wert von 5,8. Auch WEBER et al. (1992) und QIAN et al. (1997) differenzierten verschiedene Vitalitätsstufen bei Mykorrhizapilzen an Kurzwurzeln von *Picea abies* mit FDA. Wurde dagegen die Pufferlösung auf pH 7 bzw. pH 9 eingestellt, führte dies zu deutlich schlechteren Färbeergebnissen. Diese Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen von KANESHIRO et al. (1991) an *Pneumocystis* und von ROONGRUANGSREE et al. (1988) an Oosporen von *Peronospora.* In beiden Fällen blieb die FDA-Anfärbung bei pH-Werten des Puffers von über 7 unbefriedigend. Lediglich SÖDERSTRÖM (1977) berichtet – unter Verwendung eines photometrischen Verfahrens – über eine Vitalanfärbung filamentöser Pilze aus Erdproben bei pH 7,5.

Neben der Untersuchung von Oberflächenmycel ist die Beurteilung von Mycel im Holzgewebe wichtig, denn dort gelten die Hyphen als besonders langlebig (THEDEN 1972), und ein Lebendbefall bleibt häufig unentdeckt. Bei unseren Untersuchungen wurden lebende Hyphen in den Zellumina von Eichen- und Kiefernholz aufgrund ihrer FDA-Fluoreszenz klar identifiziert. Lediglich Parenchymzellen zeigten eine schwache, stabile Fluoreszenz, die aber die Hyphendifferenzierung nicht behinderte. Allerdings waren lebende Hyphen der *Serpula*- und *Gloeophyllum*-Arten nach achtwöchiger künstlicher Infektion im Holz mit FDA leichter nachzuweisen als nach zwei Wochen, obwohl auch zu diesem Zeitpunkt bereits eine vollständige Besiedelung des Probenkörpers stattgefunden hatte. Möglicherweise sind sehr junge Hyphen nur vereinzelt septiert. Da Hyphenteile bei einer Verletzung (auch durch den Mikroschnitt selbst !) nur bis zur nächsten Septe absterben, bleiben bei stärkerer Septierung größere Teile der Hyphe am Leben, so daß sie leichter nachzuweisen sind.

Besondere Vorsicht ist bei der Vitalitätsansprache von Probenmaterial aus Gebäuden geboten, da die meist vorhandenen Schimmelpilzhyphen im Strangmycel holzzerstörender Basidiomyceten das Bild verfälschen und somit schnell zu einer Fehldiagnose des Vitalitätszustandes des eigentlichen Hausfäulepilzes führen können. Schimmelpilzhyphen lassen sich trotz ihrer FDA-Fluoreszenz

durch fehlende Schnallen und die von den untersuchten Basidiomyceten abweichenden Hyphendurchmesser unterscheiden. In jedem Fall sollte auf eine rasche Probenaufarbeitung und Begutachtung (innerhalb von 10 Stunden) geachtet werden; konnten in einer Probe nach vier Stunden noch lebende Hyphen *von S. lacrymans* nachgewiesen werden, war dies nach 24 Stunden im konkreten Fall wegen des massiven Schimmelpilzwachstums nicht mehr möglich. Die Ergebnisse aus den Gebäudeuntersuchungen zeigen, dass freigelegtes Oberflächenmycel, z.B. nach erfolgter Querlüftung, innerhalb von Tagen abstirbt. In Mycelsträngen einer Laborkultur von *S. lacrymans* konnten lebende Hyphen dagegen vereinzelt noch nach Monaten nachgewiesen werden. Bei der Gebäudebegutachtung ist deshalb besonders sorgfältig auf verdeckt liegende Mycelteile zu achten, wie z.B. in Mauerspalten oder Balkenauflagern.

Basidiosporen von *S. lacrymans* waren nur zu einem geringen Prozentsatz mit FDA anfärbbar. Dies liegt in erster Linie an ihrer „Ruhephase" mit einer stark verminderten Stoffwechselaktivität (u.a. CZAJA & POMMER 1959). Hinzu kommt, dass nur 30 – 35% der Sporen einen Zellkern aufweisen (HEGARTY et al. 1987).

Nach diesen Ergebnissen kann die von THEDEN (1972) beschriebene längere „Trockenstarre" von *S. lacrymans* im abgetrockneten Holz am ehesten dadurch erklärt werden, dass der verwendete Pilzstamm unter den schlechten Lebensbedingungen monokaryotisierte. SCHMIDT & MORETH-KEBERNIK (1990) beobachteten eine reiche Bildung von Arthrosporen bei Monokaryonten (Abb. 11), die im entsprechenden Dikaryon-Stadium fehlen (STALPERS 1978). Durch diese Dauersporen könnte der Organismus nach Jahren „Trockenstarre" wieder ausgekeimt sein.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. O. SCHMIDT für die Reinkulturen holzzerstörender Gebäudepilze und Herrn Dipl.-Biol. M. EICHHORN für seine Hilfe bei der Suche nach geeigneten Schadensobjekten im Hamburger Raum.

Literatur

ANONYMUS (1998): „Aus dem Fenster springen". Der Spiegel **20:** 76-77.

BRAUNE, W., A. LEMAN & H. TAUBERT (1990): Pflanzenanatomisches Praktikum II. 3. Aufl., Jena.

CARTWRIGHT, K. ST. G. (1929): A satisfactory method of staining fungal mycelium in wood sections. Ann. Bot. **43**: 51-52.

CZAJA, A. T. & E. H. POMMER (1959): Untersuchungen über die Keimungsphysiologie der Sporen holzzerstörender Pilze: *Merulius lacrymans* und *Coniophora cerebella*. Teil: 1. Die Sporenkeimung in vitro. In: Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles **5** (3): 209-267.

DIN 68 800-4 (1992): Holzschutz: Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzzerstörende Pilze und Insekten. Berlin.

DITTMER, U. & H. C. WELTZIEN (1990): A rapid viability test for sclerotia with fluorescein diacetate. J. Phytopath. **130** (1): 59-64.

DÖRING, H. (1935) - Versuche über die Aufnahme fluoreszierender Stoffe in lebende Pflanzenzellen. Ber. d. D. Bot. Ges. **53**: 415-435.

DRAWERT, H. (1960) - Fluorochromierungsstudien an lebenden und toten Pflanzenzellen mit Fluorescein. Ber. d. D. Bot. Ges. **73** (4): 115-122.

ELLINGER, P. & A. HIRT (1929) - Eine Methode zur Beobachtung lebender Organe mit stärkster Vergrößerung im Fluoreszenzlicht (Intravitalmikroskopie). In: Handb. d. biol. Arbeitsmethoden **5** (2): 17-35.

FALCK, R. (1912) - Die Meruliusfäule des Bauholzes. In: Möller, A. (Hrsg.) Hausschwammforschungen, Bd. 6. Jena.

GROSSER, D. (1985) - Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholz-Schädlinge. Leinfelden-Echterdingen, 159 S.

GROSSER, D., M. EICHHORN & F. GRABOW (1991) - Der Echte Hausschwamm – Erkennung, Lebensbedingungen, vorbeugende und bekämpfende Maßnahmen, Leistungsverzeichnis. WTA Merkblatt 1-2-91, Bautenschutz + Bausanierung 14: 45-62.

GROSSER, D. (1995) - Überblick über die derzeit bestehenden Möglichkeiten bekämpfender Holzschutzmaßnahmen. In: Vorträge der 20. Holzschutz-Tagung der DGfH, Rosenheim, Oktober 1995: 69-89.

HEGARTY, B., U. SCHMITT & W. LIESE (1987) - Light and electron microscopical investigations on basidiospores of the dry rot fungus *Serpula lacrymans*. Material Organismen **22** (3): 179-189.

HÖFLER, K. (1954) - Zur Vital- und Fluoreszenzfärbung. Ber. d. D. Bot. Ges. **66**: 454-468.

HUCKFELDT, T. (1999) - Vitalitätsansprache holzzerstörender Gebäudepilze unter besonderer Berücksichtigung des Echten Hausschwammes (*Serpula lacrymans* [Wulf.: Fr.] Schroeter). Diplomarbeit, Univ. Hamburg. (Einsehbar unter http://www.stud.uni-hamburg.de/users/Serpula/welcome)

JENNINGS, D. H. & A. F. BRAVERY (Hrsg.) (1991) - *Serpula lacrymans*: Fundamental biology and control strategies. Wiley Editional Offices, Chichester, 231 S.

KANESHIRO, E. S., Y. P. WU & M. T. CUSHION (1991) - Assays for testing *Pneumocystis carinii* viability. J. Protozoology **38** (6): 85-87.

LOHWAG, H. (1938) - Mykologische Studien. XIV. Zur Anatomie des Strangmyzels von *Gyrophana lacrymans* (Wulf.) Pat.. Annales Mycologici **36** (5/6): 401-434.

MIRIC, M. & H. WILLEITNER (1984) - Lethal temperature for some wood-destroying fungi with respect to eradication by heat treatment. Stockholm: Intern. Res. Group Wood Pres., Doc. No.: IRG/WP/1229, 8 S.

MUNCK, O. & SUNDBERG, H. (1994) - Experiences from a Danish large scale test by means of a new method of treatment by attack of true dry rot fungus (*Serpula lacrymans*) in buildings. Stockholm: Intern. Res. Group Wood Pres. Doc. No: IRG/WP/10064.

QIAN, X. M., I. KOTTKE & F. OBERWINKLER (1998) - Influence of liming and acidification on the activity of the mycorrhizal communities in a *Picea abies* (L.) Karst. stand. Plant Soil **199**: 99-109.

ROONGRUANGSREE, U.T., C. KJERULF-JENSEN, L. W. OLSON & L. LANGE (1988) - Viability tests for thick walled fungal spores (ex: oospores of *Peronospora manshurica*). J. Phytopath. **123** (3): 244-252.

ROTMAN, B. & B. W. PAPERMASTER (1966) - Membrane properties of living mammalian cells as studied by enzymatic hydrolysis of fluorogenic esters. Biochem. **55**: 134-141.

RUDOLPHI, A. (1995) - Bericht Pilotverfahren Heizlufttechnik bei Schwammbekämpfung. 6. Oldenburger Altbauforum, Februar 1995.

SCHMIDT, O. & U. MORETH-KEBERNIK (1990) - Biological and toxicant studies with the dry rot fungus *Serpula lacrymans* and new strains obtained by breeding. Holzforschung **44**: 1-6.

SÖDERSTRÖM, B. E. (1977) - Vital staining of fungi in pure cultures and in soil with fluorescein diacetate. Soil Biology & Biochem. **9**: 59-63.

STALPERS, J.A. (1978) - Identification of wood-inhabiting *Aphyllophorales* in pure culture. Studies in Mycology Nr. 16, Centraalbureau voor Schimmelcultures, 248 S.

STRUGGER, S. (1938) - Fluorescenzmikroskopische Untersuchungen über die Speicherung und Wanderung des Fluoresceinkaliums in pflanzlichen Gewebe. Flora **132**:253-303.

THEDEN, G. (1972) - Das Absterben holzzerstörender Pilze in trockenem Holz. Material Organismen **7** (1): 1–10.

WEBER, R., I. KOTTKE & F. OBERWINKLER (1992) - Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen zur Vitalität von Mykorrhizen an Fichten (*Picea abies* [L.] Karst.) verschiedener Schadklassen an Standort Postturm, Forstamt Farchau / Ratzeburg. In: Michaelis, W., J. Bauch (Hrsg.) Luftverunreinigung und Waldschäden am Standort „Postturm", Forstamt Farchau / Ratzeburg. GKSS-Bericht 92: 187-211.

Eingereicht am 28.7.1999

Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der **DGfM**.

www.dgfm-ev.de

Über Zobodat werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
  Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
  (Name der Heftreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
  Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
  Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0).

- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die vollständigen Lizenzbedingungen, wovon eine offizielle deutsche Übersetzung existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 66_2000

Autor(en)/Author(s): Huckfeldt Tobias, Kleist Gunnar, Quader Hartmut

Artikel/Article: Vitalitätsansprache des Hausschwammes (Serpula lacrymans) und anderer holzzerstörender Gebäudepilze 35-44