

Ein Basidiomycet als Neubürger: Vorkommen und Ausbreitung des Mittelmeer- Feuerschwamms (*Fomitiporia mediterranea*, Hymenochaetales) in den badischen Weinbaugebieten, mit Hinweisen zum Vorkommen in Deutschland

MICHAEL FISCHER

Kurzfassung

Mehrfährige Erhebungen zu Vorkommen und Ausbreitung invasiver Basidiomyceten sind selten. Der Mittelmeer-Feuerschwamm *Fomitiporia mediterranea* M. FISCHER, ein Weißfäule-Erreger, gilt als einer der Verursacher der sog. Esca-Krankheit der Weinrebe, die sich seit etwa 20 Jahren rasch in Mitteleuropa ausbreitet. Die Art bildet perennierende resupinate Fruchtkörper an Weinreben (*Vitis vinifera*), vor allem an Totstöcken. Die vorliegende Darstellung beschreibt einige Aspekte zu Vorkommen und Ausbreitung von *F. mediterranea* vor allem im Südwesten Deutschlands. Eine Versuchsfläche mit etwa 1.600 Rebstöcken im Bereich Kaiserstuhl wurde in den Jahren 2002-2007 auf das Vorkommen von Fruchtkörpern sowie mit *F. mediterranea* assoziierter Weißfäule beobachtet. Innerhalb dieses Zeitraumes hatte sich die Anzahl der Fruchtkörper sehr deutlich von 8 auf 55 erhöht; die Fruchtkörper sind dabei zufällig über die Anlage verteilt. Eine Teilrodung der Fläche ergab, dass von 366 untersuchten Stöcken alle mit *F. mediterranea* infiziert waren. Kreuzungstests heterokaryotischer Mycelien isoliert aus dem Bereich von Fruchtkörpern zeigten eine ausgeprägte genetische Diversität, wodurch eine Ausbreitung des Pilzes über luftverbreitete Sporen – und nicht von Stock zu Stock – nahe gelegt wird. Der Schwerpunkt des Auftretens von *F. mediterranea* liegt im Mittelmeerraum. Innerhalb Deutschlands finden sich Fruchtkörper am häufigsten im Südwesten; sie werden seltener oder fehlen ganz nach Norden und Osten. Mycelnachweise sind dagegen deutlich häufiger und liegen inzwischen für fast alle Weinbauregionen Deutschlands vor. Der Pilz erreicht in Deutschland seine nördliche Verbreitungsgrenze, bedingt auch durch das fast ausschließliche Vorkommen an *Vitis vinifera*.

Abstract

An alien basidiomycetous species: on the distribution and spread of *Fomitiporia mediterranea* (Hymenochaetales) in viticultural areas of Baden, with some reference to the occurrence in Germany.

Extensive monitoring of the distribution and the spread of invasive basidiomycetes is rare. The white rot fungus *Fomitiporia mediterranea* M. FISCHER is considered one of the causal agents of the so-called esca disease of grapevine, spreading rapidly over Central Europe within the last 20 or so years. The species forms perennial and resupinate fruit bodies on *Vitis vinifera*, mostly on dead vines. The present manuscript describes some aspects of the distribution and spread of *F. mediterranea* with emphasis on southwestern Germany. An experimental plot containing appr. 1.600 vines located in the Kaiserstuhl area was monitored for the existence of fruit bodies and white rot from 2002 through 2007. Within this period the number of fruit bodies increased distinctly from 8 to 55; fruit bodies are randomly distributed over the plot. Partial uprooting of the plot revealed virtually all vines (366 out of 366) to be infested with *F. mediterranea*. Mating tests based on heterokaryotic mycelia isolated from the fruit body area demonstrated a distinct genetic diversity, indicating a spread of the fungus by airborne spores. The main distribution of *F. mediterranea* is in the Mediterranean area. Within Germany, fruit bodies are mostly found in the southwestern part, they become rare or fully absent in other regions. Mycelia, however, may be demonstrated quite frequently, and in the meantime have been shown for almost all wine growing regions of Germany. In Germany, *F. mediterranea* reaches its northernmost range of distribution, also indicated by the almost exclusive occurrence on *V. vinifera*.

¹ Die Arbeit wurde während der Beschäftigung des Autors am Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg, Merzhauser Str. 119, 79100 Freiburg begonnen. Auch ein wesentlicher Teil der Freilandarbeiten zum Thema wurde dort durchgeführt.

Autor

Dr. MICHAEL FISCHER, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen¹. E-Mail: michael.fischer@jki.bund.de

1 Einleitung

Im Vergleich zu anderen Organismengruppen wie Tieren oder Pflanzen ist die Anzahl der „Neubürger“ unter den Pilzen eher gering, wobei sich die Verteilung innerhalb der taxonomischen Hauptgruppen aber wohl unterschiedlich darstellt (SCHOLLER & MÜLLER 2008). Innerhalb der Basidiomyceten gut dokumentiert ist der Fall des Tintenfischpilzes, *Anthurus archeri* (BERKELEY) E. FISCHER, der erstmals 1913 in den Vogesen beobachtet wurde und sich seitdem erfolgreich über weite Teile Europas ausgebreitet hat (z.B. BREITENBACH & KRÄNZLIN 1986). Von einer nachteiligen Auswirkung dieses schönen Pilzes auf seine Umwelt ist nichts bekannt.

Im Gegensatz dazu stehen naturgemäß phytopathogene Pilze, oft aus dem Bereich der Ascomyceten: Ein bekanntes Beispiel innerhalb der Kulturform Weinbau betrifft beispielsweise die seit 1845 in Europa belegte Art *Erysiphe necator* SCHWEIN., den Echten Mehltau. Der Erreger der sog. Schwarzfäule, *Guignardia bidwellii* (ELLIS) VIALA & RAVAZ, stammt ebenfalls ursprünglich aus Nordamerika und wird seit Mitte der 1980er Jahre auch in Europa nachgewiesen. Auch *Plasmopara viticola* (BERK. & M.A. CURTIS) BERL. & DE TONI, der Falsche Mehltau des Weins, ein Oomycet (Algenpilz), ist eine eingeschleppte Art. Die Auswirkungen all dieser Organismen auf den Weinbau können ohne geeignete Kontrollmaßnahmen verheerend sein. „Neubürger“ unter den Basidiomyceten waren als ernsthafte Pathogene bislang nicht auffällig geworden. Für Mitteleuropa liegt aber mit dem Einzug der sog. Esca-Krankheit der Weinrebe wohl ein erstes Beispiel vor. Diese wahrscheinlich bereits in der Antike aus dem Mittelmeerraum bekannte Holzkrankheit (MUGNAI et al. 1999) wurde in Deutschland erstmalig Mitte der 1980er Jahre, im Markgräflerland südlich von Freiburg, festgestellt (KASSEMAYER et al. 2002). Seinerzeit noch als exotisch betrachtet, hat sich die Krankheit inzwischen in allen Weinbauregionen Deutschlands (und der anderen mitteleuropäischen Weinbauländer) etabliert. Da mit herkömmlichen Behandlungsmethoden nicht kontrollierbar, wird sie inzwischen als das größte Problem für den europäischen Weinbau betrachtet.

In einer Sukzession holzbewohnender Pilze stellt der Mittelmeer-Feuerschwamm, *Fomitiporia mediterranea* M. FISCHER (FISCHER 2002), das letzte Glied in der Kette der Esca-Erreger dar. Der Pilz bildet unauffällige krustenförmige mehrjährige

Fruchtkörper, meist im Stammkopfbereich abgestorbener Reben (s. auch Tafel 1, Abb. 1). Die ursprünglich nur sehr kleine Gattung *Fomitiporia* MURRILL (vormals: *Phellinus robustus*-Gruppe) umfasst inzwischen weltweit etwa zwei Dutzend Arten, belegt vor allem durch die sehr umfangreichen Arbeiten von DECOCK und Mitarbeitern (DECOCK et al. 2005, 2007; AMALFI et al. 2010), in geringerem Umfang auch durch eigene Arbeiten (FISCHER & BINDER 2004; FISCHER et al. 2005) bzw. durch die Gruppe um Y.-C. DAI (DAI & ZANG 2002; DAI et al. 2008). Auffällig für *Fomitiporia* ist der beträchtliche Anteil von Arten als Bewohner von Rebholz, auch wenn dies möglicherweise durch die intensiven Untersuchungen auf diesem ökonomisch bedeutsamen Gebiet bedingt ist.

Wichtige Grundlagen einer möglichen Einführung von Neobiota liegen allgemein in der Globalisierung des Handels, im vorliegenden speziellen Fall beispielsweise in der zunehmenden Internationalisierung des Pflanzgutverkehrs seit den 1980er Jahren (SURICO et al. 2006). Ist eine gebietsfremde Art erst einmal in eine neue Umgebung eingeführt, muss sie sich im Sinne einer Etablierung dort auch behaupten und ggf. ausbreiten können. Eine Monokultur wie der Wein leistet diesem „Vorhaben“ naturgemäß Vorschub; Eigenschaften wie schnelles Wachstum, erhöhte Fortpflanzungsrate etc. sind dabei jedenfalls von Vorteil und konnten für *F. mediterranea* teilweise auch nachgewiesen werden (FISCHER 2002, 2009).

Die vorliegende Darstellung beschreibt Langzeiterhebungen auf einer Weinbaufläche im Kaiserstuhl in den Jahren 2002-2007. Im Blickpunkt standen dabei Beobachtungen zur Entwicklung und Verbreitung von Fruchtkörpern der Art *F. mediterranea*. Als Träger der infektiösen Strukturen, d.h. der Sporen, sind diese im epidemiologischen Sinne von besonderer Bedeutung. Zusätzlich wurden Erhebungen zum Auftreten der vegetativen Strukturen, d.h. des Mycel, innerhalb des Holzes betroffener Rebstöcke durchgeführt. Nachträglich erhobene Kreuzungsdaten, beruhend auf einer Auswahl isolierter Reinkulturen, sollten Einblicke in die mögliche Epidemiologie des Pilzes liefern (s. auch CORTESI et al. 2000). Eine vorläufige Übersicht zeigt das bisher nachgewiesene Auftreten des Mittelmeer-Feuerschwammes innerhalb der badischen und, zumindest andeutungsweise, deutschen Weinbaugebiete. Diskutiert wird des Weiteren die Frage nach einer möglichen Wirtsbindung der Art in Abhängigkeit von geographischer Region und Zeitdauer seit erfolgter Etablierung.

2 Methoden

Untersuchungsgebiete

Die detaillierten Erhebungen zur Etablierung und Ausbreitung von *F. mediterranea* wurden im Zeitraum 2002-2007 in einer Rebfläche nahe der Ortschaft Ihringen im Kaiserstuhl (Baden) durchgeführt. Die Fläche ist Bestandteil des Staatsweingutes Freiburg und Blankenhornsberg und war 1979 mit der weißen Sorte Traminer bepflanzt worden. Sie umfasst etwa 1.600 Rebstöcke, verteilt auf 54 Reihen mit jeweils 35 Pflanzstellen, Fehlstellen sind bei der angegebenen Stockanzahl nicht eingerechnet. Bei einem Stockabstand von 1 m sowie einer Zeilenbreite von 2 m umfasst die Anlage demnach eine Gesamtfläche von etwa 3.200 m².

Die Anlage wurde üblicherweise mindestens einmal im Monat aufgesucht und die Stöcke auf das Vorhandensein von Fruchtkörpern hin untersucht. Abgestorbene Stöcke wurden nicht entfernt und verblieben über den gesamten Untersuchungszeitraum in der Anlage.

Zusätzliche Erhebungen erfolgten im Rahmen von Fahrten in die meisten anderen deutschen Weinbaugebiete.

Identifizierung und genetische Diversität

Der Nachweis eines Vorkommens als Mycel erfolgte durch Aufschneiden der Rebstöcke und anschließende visuelle Überprüfung auf Weißfäule; in Stichproben wurden Isolate entnommen, auf 2 % Malzextrakt-Medium (ME) kultiviert und wie unten dargestellt identifiziert. Der Nachweis von Fruchtkörpern erfolgte äußerlich visuell, dazu wurden die Rebstöcke vor allem im Stammkopfbereich eingehend untersucht. Für die Versuchsfläche wurden die Fundorte von Fruchtkörpern in den zugrunde liegenden Pflanzplan eingetragen; ihre Vitalität im Sinne einer Sporulation wurde üblicherweise durch visuelle Inspektion (aktive Fruchtkörper lassen sich oft schon durch ihre Farbe von nicht-aktiven Fruchtkörpern unterscheiden), vereinzelt auch durch Sporenfallen überprüft.

Mycelien für Kreuzungstests wurden durch Entnahme aus der Peripherie der Fruchtkörper oder aus dem Holz unmittelbar daneben und nachfolgender Kultivierung auf 2% ME gewonnen (siehe FISCHER 2002). Die entstehenden Reinkulturen wurden auf molekularem Weg identifiziert: Nach einer DNA-Extraktion wurden im zugrundeliegenden PCR-Ansatz die für Basidio- und Ascomyceten spezifischen Primer ITS 5 und ITS 4

(WHITE et al. 1990) sowie die für *F. mediterranea* spezifischen Primer Fmed1 und Fmed2 verwendet. Basierend auf für *F. mediterranea* spezifischen Insertionen innerhalb der Regionen ITS1 und ITS2 resultieren Fmed1 und Fmed2 in einem etwa 550 bp großen Amplikon (FISCHER, 2006). Die Zugehörigkeit zu spezifischen Genotypen im Sinne einer vegetativen Inkompatibilität (z.B. ADAMS & ROTH 1967, 1969) wurde mittels Kreuzungstests ermittelt: Dazu wurden vom Rand frischer Mycelkolonien Impfstücke von etwa 0,5 x 0,5 cm entnommen und in einem Abstand von etwa 1 cm auf 2 % ME platziert. Genetisch identische Mycelien vermischen sich dabei, ohne dass es zu Farbreaktionen in der Kontaktzone käme; Mycelien unterschiedlicher Klone bilden etwa 1-2 Wochen nach erfolgter Konfrontation eine dunkle Demarkationslinie zwischen sich aus (ADAMS & ROTH 1969; CORTESI et al. 2000).

3 Ergebnisse

Vorkommen von Fruchtkörpern in der Versuchsfläche in den Jahren 2002-2007

Tafel 1, Abb. 1 zeigt den Fruchtkörper 42/7, der zum Zeitpunkt der Aufnahme (2007) zwei Jahre alt war. Die Fruchtkörper treten typischerweise an toten Stämmen und dabei vor allem im Stammkopfbereich nahe den Rebschnittwunden auf. Sie sind morphologisch nicht unterscheidbar zur nahverwandten Art *F. punctata* (P. KARST.) MURRILL; erst Untersuchungen zum Lebenszyklus, zum Temperaturoptimum kultivierter Mycelien sowie molekulare Daten erlauben eine klare Unterscheidung (FISCHER 2002).

In Tafel 2, Abb. 3 ist der Nachweis von Fruchtkörpern für das Frühjahr 2003 (hellblaue Signatur), den Sommer 2004 (dunkelblaue Signatur) sowie abschließend für den Herbst 2007 (rote Signatur) gezeigt. Die Fruchtkörper sind demnach eher zufällig über die Anlage verteilt, eine Clusterbildung ist nicht zu beobachten. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes von etwa 4½ Jahren hatte sich die Anzahl der mit Fruchtkörpern versehenen Rebstöcke von 8 (2003) und 15 (2004) auf letztlich 52 (2007) sehr deutlich erhöht. Die Anzahl der betroffenen Rebstöcke korreliert nicht genau mit der Anzahl der Fruchtkörper: Bedingt durch zwei Stöcke mit zwei bzw. drei Fruchtkörpern steigt deren Gesamtzahl auf 55. Von diesen 55 Fruchtkörpern waren zum Abschluss der Untersuchungen noch mindestens 30 im Sinne einer Sporulation aktiv, darunter auch die in Abb. 1

gezeigte Nummer 42/7; nur ein einziger Fruchtkörper (15/26) war offensichtlich abgestorben. 42 der Fruchtkörper (= 78.2 %) hatten sich auf bereits abgestorbenen Stöcken entwickelt. An toten Stöcken betrug die visuell bzw. über Sporenfallen ermittelte Aktivitätsdauer etwa 2-3 Jahre (zum Sporulationsverhalten von *F. mediterranea* s. auch FISCHER 2009). Die Fruchtkörper wechselten dann in eine inaktive Phase, erkennbar an einer grauen Verfärbung und zunehmenden Ausbildung von Rissen; im Sinne einer Kultivierung konnten sie jedoch fast immer noch erfolgreich beprobt werden. Zum Zeitpunkt 2007 war der älteste und dabei noch aktive Fruchtkörper mindestens 4½ Jahre alt, wobei etwa zwei Jahre (Frühjahr 2003 bis Juli 2005) auf die Existenz am lebenden, weitere mindestens zwei Jahre (Juli 2005 bis Herbst 2007) auf die Existenz am abgestorbenen Wirt entfielen.

Identifizierung und genetische Diversität

In den Jahren 2003 und 2004 wurden von 15 Fruchtkörpern bzw. dem benachbarten Holz Proben entnommen und für nachfolgende Kreuzungstests auf ME kultiviert. Eine Überprüfung auf molekularer Basis ergab für alle Isolate nach Anwendung des Primer-Paars Fmed1 und Fmed2 die für *F. mediterranea* spezifische Bande von etwa 550 bp.

Das Ergebnis der Kreuzungen der so definierten Mycelstämme ist in Tab. 1 dargestellt; die Bezeichnungen der Isolate geben die Reihe bzw. die Pflanzstelle der beprobten Stöcke an (s. auch Abb. 3). Prinzipiell waren zwei Reaktionstypen zu unterscheiden: i) eine Untermischung der Mycelien (trat nur in den Innerstammkreuzungen sowie in einer einzelnen Zwischenstammkreuzung auf), sowie ii) die Ausbildung einer durchwegs deutlichen Demarkationslinie (in allen anderen Zwischenstammkreuzungen). Die durch die Tests ermittelte genetische Diversität war beträchtlich: nur in einem einzigen Fall – die Kreuzung 32/30 x 33/29 – kam es bei den Zwischenstammkreuzungen zu einer Vermischung der Mycelien, wodurch eine genetische Identität der beteiligten Klone angezeigt wird. In allen anderen Fällen kam es zur Ausbildung einer Demarkationslinie zwischen den gepaarten Mycelien, die demnach unterschiedlichen genetischen Klonen angehören.

Die Anzahl der genetischen Individuen je Stock kann unterschiedlich sein: Stock 41/20 wies beispielsweise zwei Fruchtkörper in einem Abstand von etwa 60 cm auf, die aber nur einem Genotyp angehörten und demnach aus einem einzelnen Infektionsvorgang hervorgehen. Stock 5/20 wies drei eng benachbarte Fruchtkörper auf, die aber alle verschiedenen Genotypen angehörten und

Tabelle 1. Kreuzungsverhalten heterokaryotischer Mycelien von *Fomitiporia mediterranea* isoliert aus Fruchtkörpern bzw. dazu benachbartem Holz.

Isolat ¹	11/15	14/18	15/26	20/11	31/6	32/9	32/30	33/29	38/27	45/14	45/22	48/15	49/18	52/16	53/7
11/15	²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/18		/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/26			/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/11				/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31/6					/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32/9						/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32/30							/	+	-	-	-	-	-	-	-
33/29								/	-	-	-	-	-	-	-
38/27									/	-	-	-	-	-	-
45/14										/	-	-	-	-	-
45/22											/	-	-	-	-
48/15												/	-	-	-
49/18													/	-	-
52/16														/	-
53/7															/

¹ Rebstock mit Fruchtkörper (Reihe/Pflanzstelle); ² / = Selbstkreuzung, - = Demarkationslinie, + = Vermischung

Tabelle 2. Vorkommen von *Fomitiporia mediterranea* in den badischen Weinbauregionen; überprüft wurde das Vorkommen als Fruchtkörper bzw. als Mycel/Weißfäule.

Weinbau- regionen Baden	Fruchtkörper (%)	Mycel (Weißfäule) (%)
Bodensee	0,7 % (n = 300 ¹)	≥ 50 % (n = 150)
Markgräflerland	2,5 % (n = 500)	≥ 90 % (n = 150)
Breisgau	2,0 % (n = 500)	≥ 90 % (n = 200)
Kaiserstuhl	3,4 % (n = 1600)	≥ 90 % (n = 500)
Ortenau	1,2 % (n = 500)	≥ 80 % (n = 200)
Badischer Kraichgau	0,6 % (n = 500)	≥ 50 % (n = 250)
Bergstraße	0,5 % (n = 200)	≥ 50 % (n = 80)
Tauberfranken	0 % (n = 300)	≥ 50 % (n = 150)

¹ Anzahl beprobter / untersuchter Stöcke

demnach aus mindestens drei Infektionsereignissen hervorgegangen sein müssen.

Im Spätherbst 2007 wurde ein Teil der Fläche, beinhaltend die Reihen 1 bis 12, gerodet. Eine dadurch ermöglichte Untersuchung des Holzkörpers ergab für alle Stöcke (insgesamt 366) einen ausgeprägten Befall durch *Fmed*, sichtbar an einer meist von den Schnittwunden ausgehenden Weißfäule (Tafel 1, Abb. 2, incl. isolierter Reinkultur). Der Pilz in seiner vegetativen Form ist in der Untersuchungsfläche also sehr weit verbreitet. Die Diskrepanz zwischen Auftreten als Mycel (in 100 % der 366 Stöcke) bzw. Fruchtkörper (für die gerodete Fläche insgesamt 14 Fruchtkörper verteilt auf 12 der 366 Stöcke, entsprechend ~ 4 %) ist allerdings enorm.

Vorkommen von *F. mediterranea* in Baden und den deutschen Weinbaugebieten

Über den Zeitraum 2002-2009 wurden aus allen Weinbauregionen Badens Rebstöcke in beträchtlicher Anzahl auf das Vorkommen von *F. mediterranea* hin untersucht: In Tab. 2 ist einerseits das Vorkommen als Mycel im Holz, andererseits das Vorkommen als Fruchtkörper für die einzelnen Regionen dargestellt. Prinzipiell finden sich die Fruchtkörper vor allem an älteren und dabei abgestorbenen Rebstöcken. Die in Tab. 2 enthaltenen Daten beruhen auf einer repräsentativen Auswahl hinsichtlich Alter und Vitalität der Rebstöcke; das Alter der untersuchten Pflanzen reicht von etwa 5 Jahren (in jüngerem Material ist ohnehin kaum ein Nachweis möglich) bis hin zu etwa 50 Jahren, mindestens

75 % der untersuchten Stöcke sind tote Stöcke. Bedingt durch das methodische Vorgehen (üblicherweise können nur Stöcke erfasst werden, die nicht mehr im Ertrag stehen) sind die Werte für das Mycelvorkommen nur als Mindestwerte zu verstehen.

Fomitiporia mediterranea ist den gewonnenen Daten zufolge ein weitverbreiteter Pilz in allen badischen Weinbauregionen. Die nahverwandte und sonst häufige Art *F. punctata* findet sich immer wieder in räumlicher Nähe, war aber kein einziges Mal an Rebholz festzustellen. Insgesamt findet sich kein anderer höherer Pilz auch nur annähernd so häufig im Holz von *Vitis vinifera*. Auffällig ist der Verbreitungsschwerpunkt der Fruchtkörper im Bereich Südbaden, der Bereich Bodensee ist davon allerdings ausgenommen.

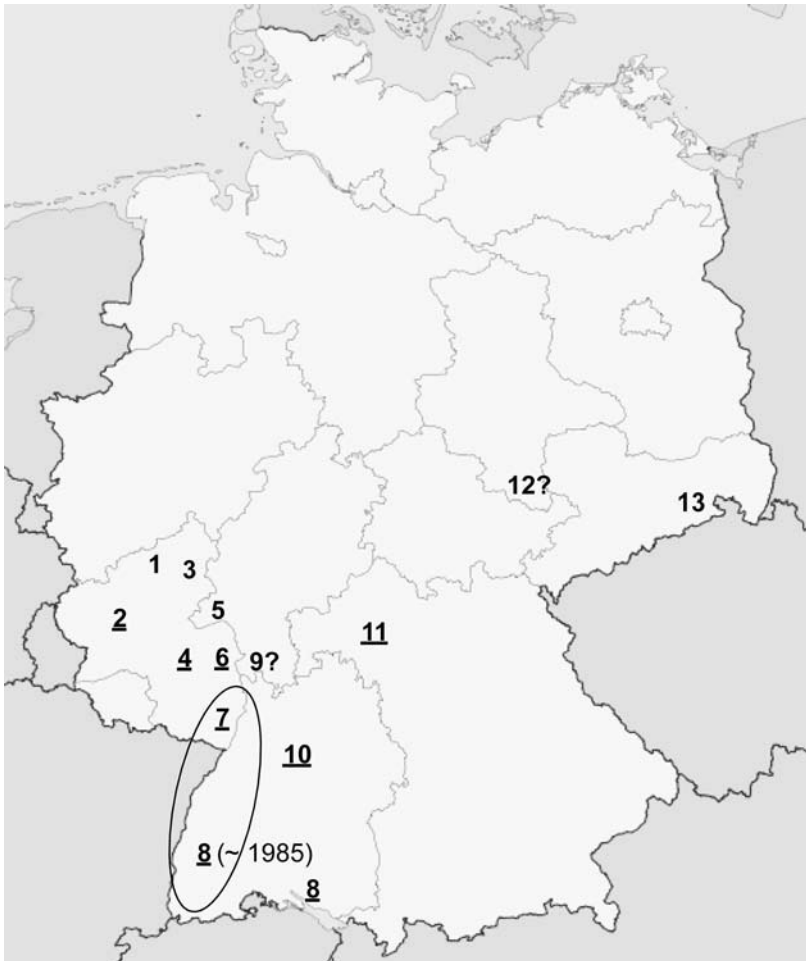
In Abb. 4 dargestellt ist der aktuelle Kenntnisstand (2011) zum Vorkommen von *F. mediterranea* in den deutschen Weinbaugebieten. Die Bearbeitung der einzelnen Regionen ist dabei aber sehr unterschiedlich und entsprechend werden keine quantitativen Aussagen getroffen. Einzelne Regionen wie Sachsen, Hessische Bergstraße und Saale-Unstrut sind bislang nur spärlich oder gar nicht untersucht, die Bereiche Baden, Württemberg und Franken sind hingegen vergleichsweise gut erfasst.

Für alle bisher erfassten Regionen kann *F. mediterranea* als ein im vegetativen Stadium häufig vorkommender Pilz betrachtet werden, bei allerdings deutlich seltenerem oder sogar (weitgehend?) fehlendem Vorkommen als Fruchtkörper.

4 Diskussion

Seit wann ist *F. mediterranea* in Deutschland etabliert?

Für eine ganze Reihe phytopathogener Mikromyceten ist die Chronologie ihrer Einführung nach Deutschland und angrenzenden Gebiete gut bekannt (KREISEL & SCHOLLER 1994). Für *F. mediterranea* lässt sich diese Frage mit den vorliegenden Daten nur näherungsweise beantworten. Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass bis zur möglichen Fruktifikation mindestens ein Zeitraum von 10 Jahren vergeht, die der Pilz in seiner vegetativen Form innerhalb der Wirtspflanze verbringt. Rebstöcke, die jünger sind als etwa 5 Jahre, sind nicht sichtbar von der assoziierten Weißfäule betroffen; Fruchtkörper finden sich erst an älteren Stöcken, bevorzugt im Alter von 15 Jahren und mehr. Der älteste im Rahmen



- 1: Ahr
- 2: Mosel-Saar-Ruwer
- 3: Mittelrhein
- 4: Nahe
- 5: Rheingau
- 6: Rheinhessen
- 7: Pfalz
- 8: Baden
- 9: Hessische Bergstraße
- 10: Württemberg
- 11: Franken
- 12: Saale-Unstrut
- 13: Sachsen

Abbildung 4. *Fomitiporia mediterranea* in den deutschen Weinbaugebieten: Vorkommen **fraglich** (?); Vorkommen als **Mycel**; Vorkommen als **Myzel und Fruchtkörper**. Das Oval kennzeichnet das mutmaßliche Zentrum des Vorkommens.

der Untersuchungen beobachtete Fruchtkörper ist etwa 5 Jahre alt. Dies alles zusammengenommen, lässt sich das erste Auftauchen des Pilzes in Deutschland / Baden-Württemberg ausgehend von 2002 (Beginn der Untersuchungen) mindestens 20-25 Jahre zurücksetzen. Dies korreliert zwar einigermaßen mit der ersten Beobachtung von Esca im Bereich Ortenau in der Mitte der 80er Jahre, eine äußerlich sichtbare Symptomatik der Krankheit setzt aber eine mehrjährige Inkubationszeit seit erfolgter Infektion voraus. Das vergleichsweise häufige Vorkommen von Fruchtkörpern und überhaupt der Esca-Krankheit in Baden deutet darauf hin, dass hier die „Eintrittspforte“ der Art nach Deutschland zu vermuten ist (Tab. 2, Abb. 4).

Stellt *F. mediterranea* eine invasive Art in dem Sinne dar, dass andere Arten verdrängt werden?

In Deutschland vorkommende Arten von *Fomitiporia* beinhalten neben *F. mediterranea* noch *F. punctata* (FR.: P. KARST.) MURRILL, *F. robusta* (P. KARST.) FIASSON & NIEMELÄ, *F. hartigii* (ALL. & SCHNABL) FIASSON & NIEMELÄ sowie *F. hippophaëcola* (H. JAHN) FIASSON & NIEMELÄ (JAHN 1965, 1967, 1976). Von diesen Arten war in der Vergangenheit einzig *F. punctata* als an *Vitis* vorkommend beschrieben worden, allerdings ohne Hinweis auf den geographischen Ursprung dieser Beobachtung (RYVARDEN & GILBERTSON 1994). Die beiden Arten sind auf traditionelle Weise nicht differenzierbar; es ist also nicht auszuschlie-

Ben, dass das Vorkommen von *F. mediterranea* als *F. punctata* gedeutet wurde, und umgekehrt. Mit den verfügbaren Daten stellt Deutschland die nördliche Grenze des Verbreitungsgebietes von *F. mediterranea* dar. Die Art ist inzwischen auch aus anderen mitteleuropäischen Ländern nachgewiesen (FISCHER 2009), ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt aber eindeutig in der mediterranen Klimazone, wo der Pilz auch an anderen Wirtspflanzen außer *Vitis* vorkommt (FISCHER, 2006, 2009; PILOTTI et al. 2009; s. auch schon PLANK 1980). Im Gegensatz zur sich ausbreitenden Art *F. mediterranea* steht das gesicherte Vorkommen von *F. punctata*: Diese Art war in ihrer Verbreitung bisher als „nordhemispherisch“ und „kosmopolitisch“ angenommen worden (z.B. GILBERTSON & RYVARDEN 1986; RYVARDEN & GILBERTSON 1994). Zahlreiche bisher als *F. punctata* betrachtete Aufsammlungen aus dem Mittelmeer-Raum wurden inzwischen aber als *F. mediterranea* identifiziert (FISCHER 2006). Auch konnte ein Vorkommen der Art im tropischen / subtropischen Teil Amerikas bislang nicht gezeigt werden (DECOCK et al. 2007). Nach aktueller Kenntnis ist *F. punctata* eine boreale Art, beschränkt auf Zentral- und Nordeuropa. Das schweizerische Tessin weist das bislang südlichste gesicherte Vorkommen auf (ein Fruchtkörper an *Alnus incana*; FISCHER, unpubl.). In Baden-Württemberg kommen die beiden Arten nebeneinander vor. Ein Übergreifen von *F. punctata* auf *Vitis* als Wirtspflanze ist dabei nicht bekannt, andererseits ist *F. mediterranea* für diesen Bereich nach aktueller Kenntnis völlig auf *V. vinifera* beschränkt. Demzufolge wäre *F. mediterranea* zwar eine etablierte, aber wohl (noch) nicht invasive Art. Dass die Dinge „in Bewegung“ sind, zeigt eine jüngste Nachricht: Demnach konnte ein Fruchtkörper von *F. mediterranea* im Mai 2010 in Krefeld an Robinie (*Robinia pseudoacacia*) nachgewiesen werden (SCHMIDT et al., 2011). Damit liegt für Mitteleuropa der erste Fund an einer anderen Wirtspflanze als *Vitis* vor; auch ist bisher kein weiter nördlich gelegenes Vorkommen der Art bekannt.

Wie lässt sich die genetische Vielfalt von *F. mediterranea* am untersuchten Standort erklären?

Innerhalb eines Zeitraumes von etwa 4½ Jahren hatte sich die Anzahl der Fruchtkörper von *F. mediterranea* am untersuchten Standort nahezu versiebenfacht (von 8 auf 55; s. Abb. 2). Dieser ungewöhnliche Anstieg lässt sich durch zweierlei Tatsachen erklären: i) ein hoher Anteil

der Rebstöcke ist mit Mycel vorinfiziert – dieser Gesichtspunkt wurde durch den Befund aus der Teilrodungsfläche bestätigt, und ii) die Ausbreitung des Pilzes erfolgt über luftverbreitete Sporen – dieser Gesichtspunkt wird durch die Kreuzungsbefunde unterstützt, die ein sehr hohes Maß an genetischer Individualität anzeigen (Tab. 1). Auch deuten die in der Vergangenheit von CORTESI et al. (2000) gewonnenen Befunde in diese Richtung. Eine „Stock-zu-Stock“-Verbreitung, beispielsweise in Zusammenhang mit dem alljährlich durchzuführenden Rebschnitt, kann aufgrund der vorliegenden Daten eigentlich ausgeschlossen werden. Grundlage der gezeigten genetischen Diversität ist das Vorliegen von heterokaryotischen Mycelien, die aus der Kombination kompatibler Einspor-Mycelien hervorgegangen sind, und in der Tat ließ sich für *F. mediterranea* in der Vergangenheit ein derartiger heterothallischer Fortpflanzungsmechanismus zeigen (FISCHER 2002). Zumindest in einem Fall konnten drei benachbarte Fruchtkörper an einem einzelnen Rebstock (5/20) drei verschiedenen Genotypen zugeordnet werden. Dieses Phänomen sich abgrenzender Individuen lässt sich immer wieder an holzbewohnenden Basidiomyceten nachweisen. Gut untersuchte Beispiele sind *Bjerkandera adusta* (RAYNER & TODD 1979) oder *Stereum hirsutum* (COATES et al. 1981).

Dank

Der Autor denkt mit Freude an seine Beschäftigungszeit am Staatlichen Weinbauinstitut in Freiburg zurück; sein besonderer Dank gilt Dr. HANNS-HEINZ KASSEMEYER und seinen „MitstreiterInnen“, der immer freundlichen und zuvorkommenden Belegschaft am Staatsweingut Freiburg und Blankenhornsberg sowie den allzeit hilfsbereiten badischen Weinbauberatern.

Literatur

- ADAMS, D. H. & ROTH, L. F. (1967): Demarcation lines in paired cultures of *Fomes cajanderi* as a basis for detecting genetically distinct mycelia. – Canadian Journal of Botany, **45**: 1583-1591.
- ADAMS, D. H. & ROTH, L. F. (1969): Intraspecific competition among genotypes of *Fomes cajanderi* decaying young-growth Douglas fir. – Forest Science, **15**: 327-331.
- AMALFI, M., YOMBIYENI, P. & DECOCK, C. (2010): *Fomitiporia* in sub-Saharan Africa: morphology and multigene phylogenetic analysis support three new species from the Guineo-Congolian rainforest. – Mycologia, **102**: 1303-1317.
- BREITENBACH, J. & KRÄNZLIN, F. (1986): Pilze der Schweiz, Band 2. Nichtblätterpilze. – Luzern (Verlag Mykologia).

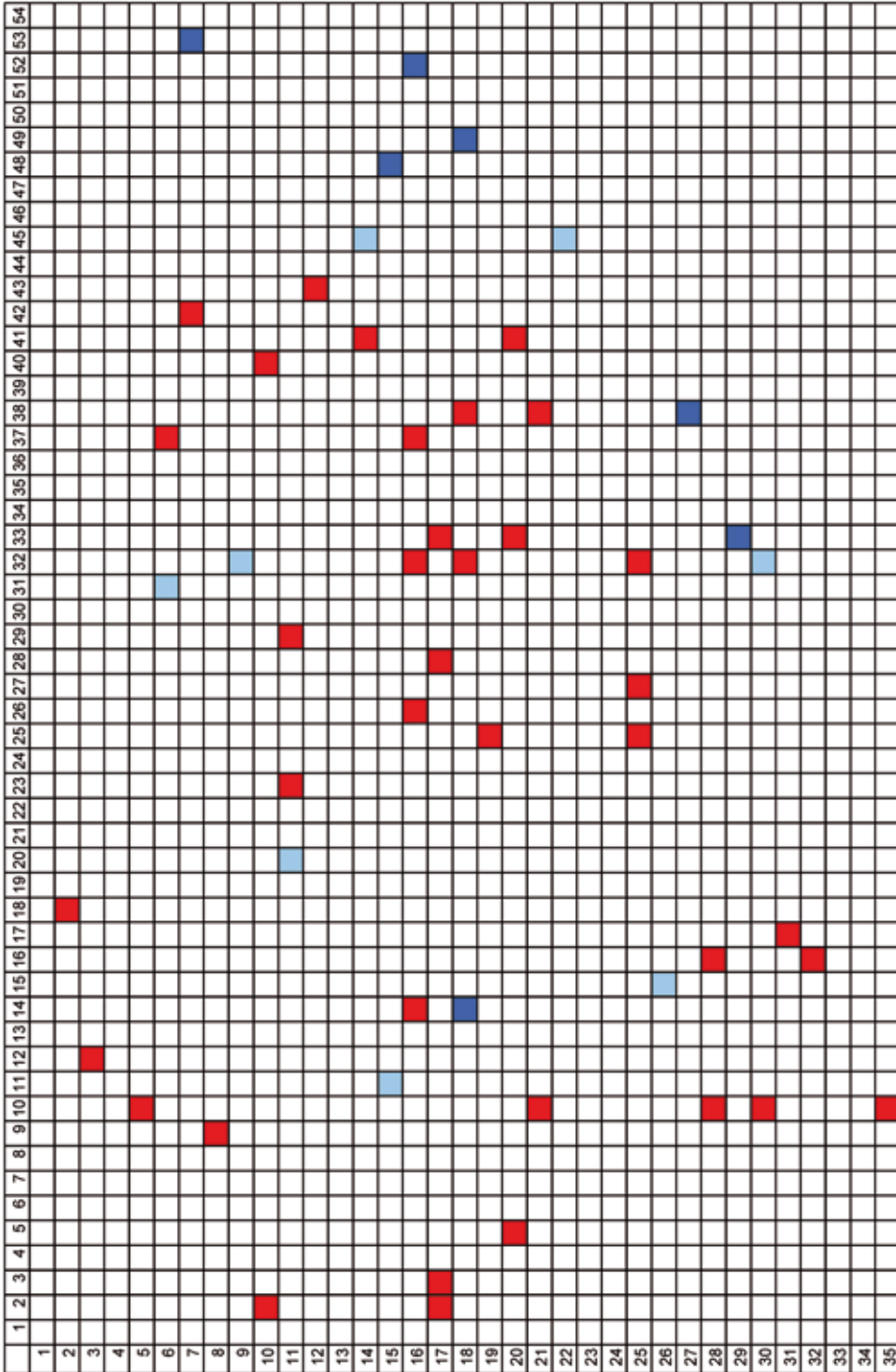
- COATES, D., RAYNER, A. D. M. & TODD, N. K. (1981): Mating behaviour, mycelial antagonism and the establishment of individuals in *Stereum hirsutum*. – Transactions of the British Mycological Society, **76**: 41-51.
- CORTESI, P., FISCHER, M. & MILGROOM, M. (2000): Identification and spread of *Fomitiporia punctata* associated with wood decay of grapevine showing symptoms of esca disease. – Phytopathology, **90**: 967-972.
- DAI, Y.-C., CUI, B.-C. & DECOCK, C. (2008): A new species of *Fomitiporia* (Hymenochaetaceae, Basidiomycota) from China based on morphological and molecular characters. – Mycological Research, **112**: 375-380.
- DAI, Y.-C. & ZANG, M. (2002): *Fomitiporia tibetica*, a new species of Hymenochaetaceae. – Mycotaxon, **83**: 217-222.
- DECOCK, C., BITEW, A. & CASTILLO, G. (2005): *Fomitiporia tenuis* and *Fomitiporia aethiopica* (Basidiomycetes, Hymenochaetales), two undescribed species from the Ethiopian highlands: taxonomy and phylogeny. – Mycologia, **97**: 124-132.
- DECOCK, C., HERRERA FIGUEROA, S., ROBLEDO, G. & CASTILLO, G. (2007): *Fomitiporia punctata* (Basidiomycota, Hymenochaetales) and its presumed taxonomic synonyms in America: taxonomy and phylogeny of some species from tropical/subtropical areas. – Mycologia, **99**: 733-752.
- FISCHER, M. (2002): A new wood-decaying basidiomycete species associated with esca of grapevine: *Fomitiporia mediterranea* (Hymenochaetales). – Mycological Progress, **1**: 314-324.
- FISCHER, M. (2006): Review: Biodiversity and geographic distribution of basidiomycetes causing esca-associated white rot in grapevine: a worldwide perspective. – Phytopathologia Mediterranea, **45**: 30-42.
- FISCHER, M. (2009): Nischengebundene Sippenbildung bei Holz bewohnenden Pilzen – experimentelle Befunde. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Ökologische Rolle von Pilzen. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, **37**: 53-62; München (Pfeil).
- FISCHER, M. & KASSEMAYER, H.-H. (2003): Fungi associated with Esca disease of grapevine in Germany. – Vitis, **42**: 109-116.
- FISCHER, M. & BINDER, M. (2004): Species recognition, geographic distribution and host-pathogen relationships: a case study in a group of lignicolous basidiomycetes, *Phellinus* s.l. – Mycologia, **96**: 798-810.
- GILBERTSON, R. L. & RYVARDEN, L. (1987): North American Polypores. Vol. 2. – Oslo (Fungiflora).
- JAHN, H. (1963): Mitteleuropäische Porlinge (Polyporaceae s.l.) und ihr Vorkommen in Westfalen (unter Ausschluss der resupinaten Arten). – Westfälische Pilzbriefe, **4**: 1-143.
- JAHN, H. (1967): Die resupinaten *Phellinus*-Arten in Mitteleuropa mit Hinweisen auf die resupinaten *Inonotus*-Arten und *Poria expansa* (Desm.) [= *Polyporus megaloporus* Pers.]. – Westfälische Pilzbriefe, **6**: 37-108.
- JAHN, H. (1976): *Phellinus hartigii* (All. & Schn.) Pat. und *Phellinus robustus* (P. Karst.) Bourd. & Galz. – Westfälische Pilzbriefe, **11**: 1-15.
- KASSEMAYER, H.-H., BUCHHOLZ, G. & FISCHER, M. (2002): Esca – Pilzkrankheit gefährdet den Weinbau. – Biospektrum, **8**: 365-367.
- KREISEL, H. & SCHOLLER, M. (1994): Chronology of phytoparasitic fungi introduced to Germany and adjacent countries. – Botanica Acta, **107**: 387-392.
- MUGNAI, L., GRANITI, A. & SURICO, G. (1999): Esca (Black measles) and Brown Wood-Streaking: two old and elusive diseases of grapevine. – Plant Disease, **83**: 404-418.
- PILOTTI, M., TIZZANI, L., BRUNETTI, A., GERVASI, F., DI LERNIA, G. & LUMIA, V. (2009): Molecular identification of *Fomitiporia mediterranea* on declining and decayed hazelnut. – Journal of Plant Pathology, **92**: 115-129.
- PLANK, S. (1980): Porlinge (Polyporaceae s.l.) am Mittelmeer und ihr Vorkommen in Mitteleuropa. – Mitteilungen aus dem Institut für Umweltwissenschaften und Naturschutz, Graz, **3**: 61-75.
- RAYNER, A. D. M. & TODD, N. K. (1979): Population and community structure and dynamics of fungi in decaying wood. – Advances in Botanical Research, **7**: 333-420.
- RYVARDEN, L. & GILBERTSON, R. L. (1994): European polypores. Vol. 2. – Oslo (Fungiflora).
- SCHMIDT, O., GAISER, O. & DUJESIEFKEN, D. (2011): Molekulare Identifizierung der Fäulepilze im Holz von Stadtbäumen. – In: DUJESIEFKEN, D. (Hrsg.): Jahrbuch der Baumpflege 2011: 98-108.
- SCHOLLER, M. & MÜLLER, G. (2008): Projekt „Pilzflora von Karlsruhe“ – erste Ergebnisse. – Carlinea, **66**: 87-93.
- SURICO, G., MUGNAI, L. & MARCHI, G. (2006): Older and more recent observations on esca: a critical overview. – Phytopathologia Mediterranea, **45**: 68-86.
- WHITE, T. J., BRUNS, T., LEE, S. & TAYLOR, J. (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. – In: INNIS, M. A., GELFAND, D. H., SNINSKY, J. J. & WHITE, T. J. (eds.): PCR Protocols: A guide to Methods and Applications: 315-322; San Diego/USA (Academic Press).



Abbildung 1. *Fomitiporia mediterranea* bildet krustenförmige Fruchtkörper vor allem im Stammkopfbereich aus (hier an der Rebsorte Traminer).



Abbildung 2. Ein Querschnitt durch einen Rebstock (Traminer) im Stammkopfbereich zeigt deutliche Anzeichen von Weißfäule; eingebildet ist eine aus Weißfäulebereichen isolierte Reinkultur von *Fomitiporia mediterranea*.



Frühjahr 2003
 zusätzlich Sommer 2004
 zusätzlich Herbst 2007

Abbildung 3. *Fomitiporia mediterranea* in einer Untersuchungsfläche im Kaiserstuhl: Die Anzahl der Rebstöcke mit Fruchtkörpern nimmt über die Jahre deutlich zu.