

Beobachtungen zum sexuellen Stadium des Eschentriebsterben-Erregers *Chalara fraxinea* in Österreich

THOMAS KIRISITS und THOMAS L. CECH

Abstract

Observations on the Sexual Stage of the Ash Dieback Pathogen *Chalara fraxinea* in Austria

In the vegetation period 2009 *Hymenoscyphus albidus*, the sexual stage of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea*, was recorded at numerous sites in five Federal Provinces of Austria. Apothecia of this ascomycete fungus were regularly and frequently found on leaf petioles and rachises of *Fraxinus excelsior* from the previous year in the litter. Records of *H. albidus* in the database of fungi in Austria indicate that the fungus was rare in the past, but has become more frequent since 2006. Based on the discovery of *H. albidus* as sexual stage of *C. fraxinea* we present the current state of knowledge about this emerging tree disease and suggest a hypothetical disease cycle of ash dieback.

Keywords: *Hymenoscyphus albidus*, *Fraxinus excelsior*, ash dieback, fungal disease, teleomorph

Kurzfassung

In der Vegetationsperiode 2009 wurde das Weiße Stengelbecherchen (*Hymenoscyphus albidus*), das sexuelle Stadium des Eschentriebsterben-Erregers *Chalara fraxinea*, an zahlreichen Standorten in fünf österreichischen Bundesländern nachgewiesen. Die Apothecien dieses Schlauchpilzes wurden regelmäßig und in großer Häufigkeit an vorjährigen Blattstielen und -spindeln von *Fraxinus excelsior* in der Bodenstreu gefunden. Fundmeldungen von *H. albidus* in der Datenbank der Pilze Österreichs lassen vermuten, dass der Pilz früher selten war, seit 2006 aber häufiger vorkommt. Basierend auf der Entdeckung des Weißen Stengelbecherchens als sexuelles Stadium von *C. fraxinea* wird der aktuelle Stand des Wissens über diese neue Baumkrankheit präsentiert und ein hypothetischer Krankheitszyklus des Eschentriebsterbens vorgeschlagen.

Schlüsselworte: *Hymenoscyphus albidus*, *Fraxinus excelsior*, Eschentriebsterben, Pilzkrankheit, Teleomorphe

In vielen Teilen Europas und auch in Österreich ist die Esche (*Fraxinus excelsior*) gegenwärtig in großem Ausmaß vom Eschentriebsterben betroffen, einer neuen Krankheit, die vom Mikropilz *Chalara fraxinea* hervorgerufen wird (Kowalski 2006, Kowalski und Holden-

rieder 2008, Bakys et al. 2009, Engesser et al. 2009, Kirisits et al. 2009). Die Biologie dieses Krankheitserregers war bis vor kurzem rätselhaft. Eine Sporenbildung von *C. fraxinea* wurde nur ganz selten im Freiland beobachtet und es war nicht bekannt, wie der Pilz übertragen und verbreitet wird (Kowalski und Holdenrieder 2008, Kirisits et al. 2009). Die asexuellen Sporen von *C. fraxinea* sammeln sich als klebrige Tröpfchen an der Spitze der sporenbildenden Zellen (Kowalski 2006); sie scheinen nicht an eine Verbreitung über die Luft angepasst zu sein. Es wurde daher spekuliert, dass der Pilz von Insekten verbreitet werden könnte (Kowalski und Holdenrieder 2008). Konkrete Hinweise für diese Vermutung fanden sich aber nicht. Ferner wurde festgestellt, dass die Sporen von *C. fraxinea* auf künstlichen Nährböden und abgetrennten Eschenblättern nicht keimen (Engesser et al. 2009, Kirisits et al. 2009). Diese Sporen sind offenbar nicht an der Verbreitung des Krankheitserregers beteiligt.

Sexuelles Stadium entdeckt

Im Sommer 2008 wurde das sexuelle Stadium von *C. fraxinea* entdeckt und identifiziert (Kowalski und Holdenrieder 2009). Die weißen, schüsselförmigen Fruchtkörper, so genannte Apothecien, mit einem Durchmesser von 1,5 bis 3 mm, wurden von August bis September 2008 an zwei Standorten in Polen vorwiegend an im Vorjahr abgefallenen Blattstielen und -spindeln in der Bodenstreu gefunden. Gelegentlich sind die Fruchtkörper auch an Trieben von abgestorbenen ein- bis dreijährigen Sämlingen in einer Baumschule aufgetreten.

Das sexuelle Stadium von *C. fraxinea* wurde als das Weiße Stengelbecherchen (*Hymenoscyphus albidus*) identifiziert (Kowalski und Holdenrieder 2009). Dieser auf Blattspindeln der Esche spezialisierte Schlauchpilz ist seit 1850 in Europa bekannt (Breitenbach und Kränzlin 1984, Kowalski und Holdenrieder 2009). Er ist in Europa weit verbreitet, wurde im Alpenraum aber bis vor kurzem nur selten beobachtet (Breitenbach und Kränzlin 1984, Dämon 1992, Dämon et al. 1992, Krisai-Greilhuber et al. 1997, Senn-Irlet et al. 2007, Kowalski und Holdenrieder 2009, Österreichische Mykologische Gesellschaft [ÖMG] 2009). Der Pilz war bisher nicht als Krankheitserreger an Esche bekannt.

Sexuelles Stadium auch in Österreich häufig

Bei Erhebungen der BOKU und des BFW in der Vegetationsperiode 2009 wurde das sexuelle Stadium des Eschentriebsterben-Erregers an zahlreichen Standorten in Wien, Niederösterreich, Oberösterreich, Salz-

burg, Kärnten und der Steiermark nachgewiesen. Die Fruchtkörper wurden zumeist an verrottenden, vorjährigen Eschenblattstielen und -spindeln in der Bodenstreu gefunden (Abbildung 1), gelegentlich auch an Nerven der Blättchen und an abgestorbenen Eschentrieben mit Bodenkontakt. Sie traten bevorzugt an Stellen mit feuchtem Kleinklima und in den unteren Schichten der Bodenstreu auf, wo die Blattspindeln auf dem Waldboden aufliegen. Von einigen *H. albidus*-Aufsammlungen wurden Pilzkulturen aus Ascosporen angelegt. Wie von Kowalski und Holdenrieder (2009) beschrieben, entsprachen die Isolate in ihrer Kultur- und Mikromorphologie jenen von *C. fraxinea* (Abbildung 2).



Abbildung 1: Apothecien des Weißen Stengelbecherchens (*Hymenoscyphus albidus*); bei den schwarzen Überzügen an den Blattspindeln handelt es sich um pseudosklerotische Strukturen des Pilzes.

Figure 1: Apothecia of *Hymenoscyphus albidus*; the black layers on the leaf rachises are pseudosclerotial plates formed by the fungus.

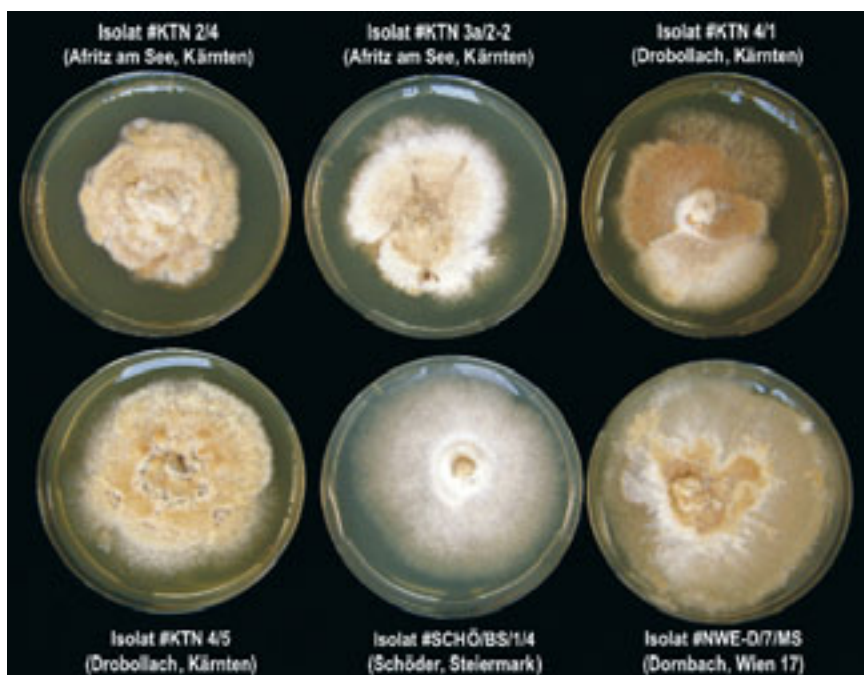


Abbildung 2: Kulturen von *Hymenoscyphus albidus*, die von Ascosporen isoliert wurden.

Figure 2: Cultures of *Hymenoscyphus albidus* isolated from ascospores.

Die Fruchtkörper waren mit einem Durchmesser bis zu 7 mm vielfach größer, als in der Literatur für das Weiße Stengelbecherchen angegeben wird (Breitenbach und Kränzlin 1984, Kowalski und Holdenrieder 2009), und dadurch auffälliger als ursprünglich angenommen. In jungem, frischem Zustand sind die Fruchtkörper weiß, verändern sich in trockener Umgebung aber rasch. Entfernt man sie von der Bodenstreu, trocknen sie innerhalb weniger Minuten ein, sind dann beige bis hellbraun gefärbt und mit freiem Auge nur mehr schwer erkennbar. An Standorten in Wien und Niederösterreich wurde der Zeitraum des Vorkommens von Fruchtkörpern genauer beobachtet: Unreife Apothecien traten erstmals Ende Mai auf, solche mit reifen, keimfähigen Ascosporen in großer Häufigkeit ab Mitte Juni. Die Fruchtkörper wurden bis Anfang Oktober beobachtet, deren Anzahl nahm ab Mitte/Ende September aber deutlich ab.

Hymenoscyphus albidus in der Datenbank der Pilze Österreichs

Funde des Weißen Stengelbecherchens sind auch in der Datenbank der Pilze Österreichs dokumentiert

(ÖMG 2009). Zu den ersten Nachweisen von *H. albidus* in Österreich zählen zwei Fundangaben von Ricek (1989) aus Oberösterreich; weitere 27 Funde an sechs Standorten im Bundesland Salzburg und ein Fund in Vorarlberg wurden von 1990 bis 1995 gemacht (Dämon 1992, Dämon et al. 1992, Krisai-Greilhuber et al. 1997, ÖMG 2009; Abbildung 3). Alleine 23 der 28 Fundmeldungen in den 1990er-Jahren stammen von zwei, jeweils nur wenige hundert Quadratmeter großen, mykologischen Dauerbeobachtungsflächen in und in der Umgebung der Stadt Salzburg; eine in einem Bruchwald im Samer Mösl und die andere im Naturwaldreservat Saalach-Altalm (Dämon 1992, Dämon et al. 1992, ÖMG 2009). Vor 1996 wurde *H. albidus* vor allem in Au- und Bruchwäldern gefunden (ÖMG 2009). Der Pilz wurde bis 1995 von Mitte Juni bis Mitte Oktober registriert, wobei die meisten Funde im August und September gemacht wurden (ÖMG 2009).

In den jüngeren Fundmeldungen spiegeln sich offenbar das Auftreten des Eschentriebsterbens und die damit verbundene größere Häufigkeit des Pilzes wider. Seit 2006 liegen Meldungen von 13 neuen Fundorten vor, großteils in Niederösterreich, der Steiermark und im Burgenland (Scheuer 2006, ÖMG 2009; Abbildung 3). Aus diesen Bundesländern sind derzeit keine älteren Beobachtungen von *H. albidus* dokumentiert (ÖMG 2009).

Hypothetischer Krankheitszyklus

Mit der Entdeckung seines sexuellen Stadiums können die Übertragung und Verbreitung des Eschentriebsterben-Erregers erklärt werden. Wie bei anderen Schlauchpilzen werden die in den Apothezien gebildeten Ascosporen aktiv freigesetzt und mit der Luft verbreitet. Die Ascosporen sind keimfähig und damit in der Lage, Eschen zu infizieren. Die jetzt entdeckte Verbreitungsart des Pilzes macht das plötzliche, überraschende Auftreten des Eschentriebsterbens an weit voneinander entfernten Orten zumindest teilweise erklärbar.

Basierend auf den bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen kann ein vorläufiger, hypothetischer Krankheitszyklus des Eschentriebsterbens (Abbildung 4) skizziert werden (Kirisits et al. 2009): Die Infektion der Eschen erfolgt offenbar durch die mit der Luft verbreiteten Ascosporen des Weißen Stengelbecherchens. Diese werden - nach den heurigen Beobachtungen - von Anfang/Mitte Juni bis Anfang Oktober freigesetzt, wobei dieser Zeitraum vermutlich vom Lokalklima abhängt und witterungsbedingt von Jahr zu Jahr variiert. Wahrscheinlich infiziert der Pilz mit seinen Ascosporen die Blattspindeln und Nerven der Blättchen. Er verursacht zunächst Nekrosen an den Blattspindeln, dann eine Blattwelke und wächst schließlich über die Blätter in die Triebe ein. Direkte Triebinfektionen kommen möglicherweise auch vor. Infizierte Seitenzweige sind

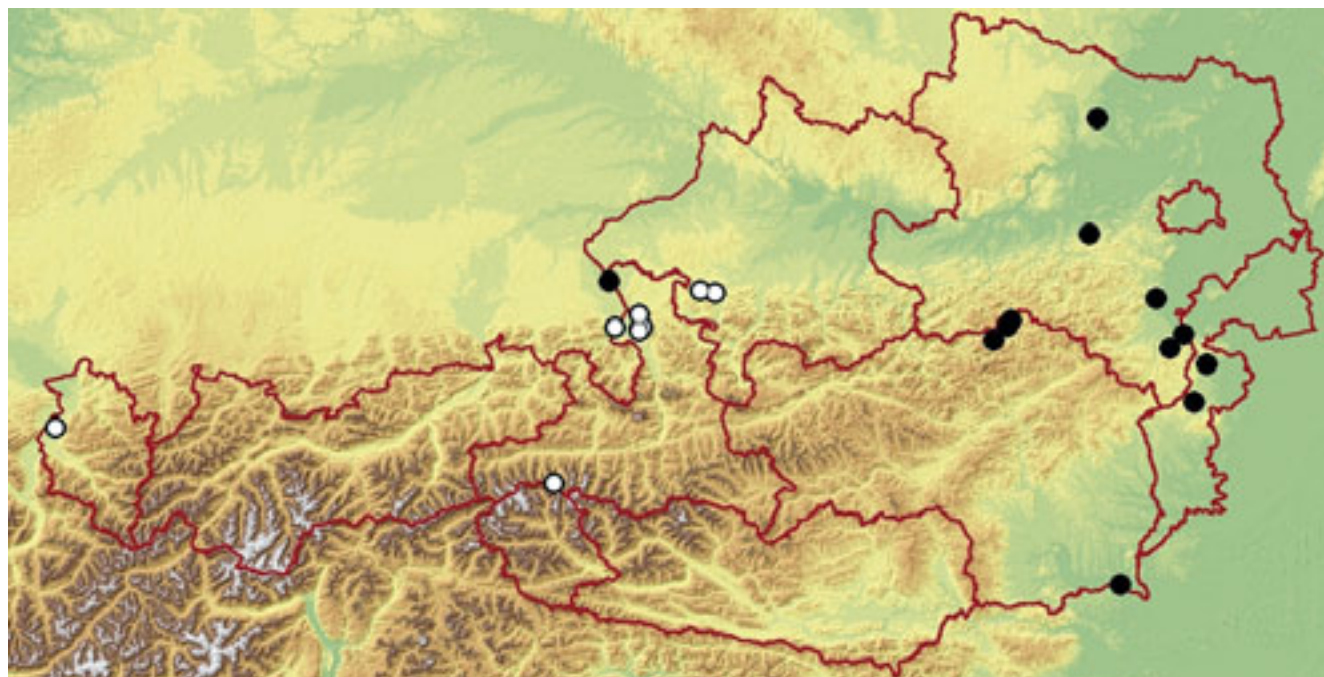


Abbildung 3: Funde von *Hymenoscyphus albidus* in der Datenbank der Pilze Österreichs (Österreichische Mykologische Gesellschaft 2009): Weiße Punkte markieren ältere Fundmeldungen (1970-1995), schwarze Punkte jüngere Fundmeldungen (2006 bis 2009).

Figure 3: Records of *Hymenoscyphus albidus* in the database of fungi in Austria (Austrian Mycological Society 2009): white dots mark older records (1970-1995), black dots recent records (2006 to 2009).

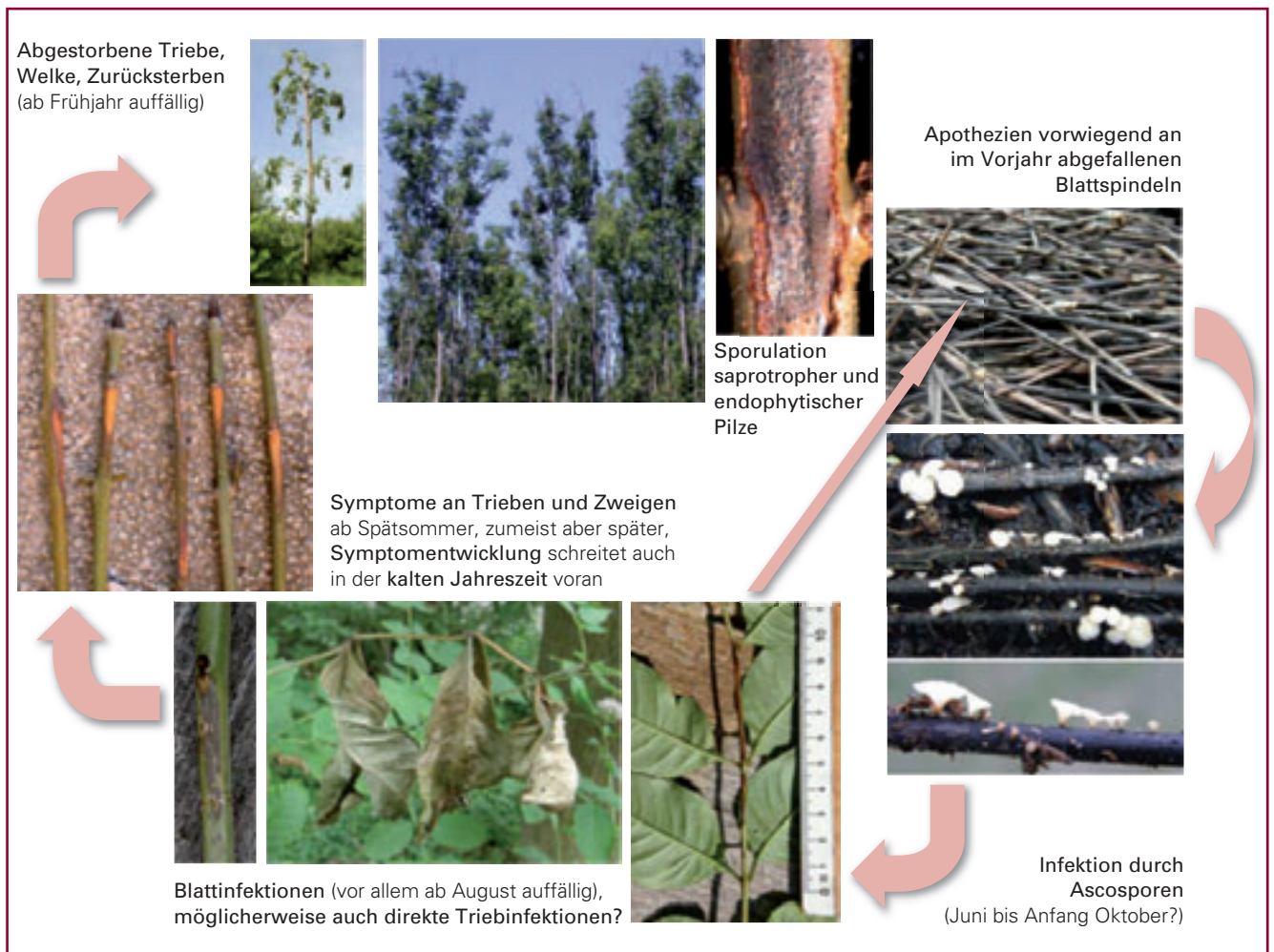


Abbildung 4: Hypothetischer Krankheitszyklus des Eschentriebsterbens, verursacht von *Hymenoscyphus albidus*.

Figure 4: Hypothetical disease cycle of ash dieback caused by *Hymenoscyphus albidus*.

mit Sicherheit Eintrittspforten für den Krankheitserreger in Haupttriebe, stärkere Zweige und Stämme. Eine Verwundung des Gewebes ist nach den bisherigen Beobachtungen keine Voraussetzung für eine erfolgreiche Infektion. Umweltfaktoren, vor allem die Niederschlagsintensität und hohe Luftfeuchtigkeit, fördern vermutlich die Fruchtkörperbildung und die Freisetzung der Ascosporen. Zusätzlich schaffen sie günstige Infektionsbedingungen und erhöhen damit insgesamt die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Infektionen.

Beobachtungen von 2007 bis 2009 und Inokulationsversuche lassen vermuten, dass viele Triebinfektionen eine Zeit lang symptomlos und daher unerkannt bleiben, und dass die Besiedelung des Gewebes und die Symptomentwicklung auch in der kalten Jahreszeit voranschreiten. Das Ausmaß der Schädigung ist erst im Frühjahr besonders auffällig: Triebe treiben nicht mehr aus, Blätter welken und Eschen sind intensiv vom Zurücksterben der Triebe, Zweige und Äste betroffen. An absterbenden und abgestorbenen Trieben und in älteren Rindennekrosen breiten sich saprotrophe und endophytische Pilze aus und verdrängen *C. fraxinea*

rasch. Dadurch wird der Labornachweis des primären Krankheitserregers erschwert. Auf der Rinde von schon länger abgestorbenen Trieben und auf Rindennekrosen bilden sich Fruchtkörper dieser Pilzarten. Mit der Bildung von Apothezien auf den Blattspindeln in der Bodenstreu beginnt im nächsten Frühjahr der Krankheitszyklus von neuem.

Neue Hypothesen zum Eschentriebsterben

Warum ein offenbar einheimischer Pilz, der bisher lediglich als harmloser Zersetzer von Eschenblattspindeln bekannt war, gegenwärtig eine schwerwiegende Krankheit an der Esche verursacht, ist rätselhaft. Kowalski und Holdenrieder (2009) schlagen folgende Erklärungsmöglichkeiten vor:

- Beim sexuellen Stadium von *C. fraxinea* handelt es sich um eine eingeschleppte, invasive Art, die morphologisch nicht von *H. albidus* unterschieden werden kann.
- Das Weiße Stengelbecherchen hat sich durch Mutation oder Hybridisierung mit einer bisher unbekanntem, gebietsfremden Art genetisch ver-

ändert und zeigt daher aggressives Verhalten gegenüber der Esche.

- Der Pilz fand witterungsbedingt in den letzten Jahren ideale Infektionsbedingungen vor und konnte daher Eschen besiedeln.
- Eschenpopulationen waren durch veränderte Umweltbedingungen und/oder Witterungsextreme geschwächt worden und wurden dadurch anfällig für einen Befall durch das Weiße Stengelbecherchen.

Bei Abwägung aller Argumente erscheint es am wahrscheinlichsten, dass der Pilz eingeschleppt wurde oder dass er sich genetisch verändert hat.

Schlussfolgerungen

Durch die Entdeckung des sexuellen Stadiums von *C. fraxinea* dürfte das Rätsel der Verbreitungs- und Infektionsbiologie des Erregers des Eschentriebsterbens weitgehend gelöst sein. Während das Weiße Stengelbecherchen früher nur sporadisch von Mykologen registriert wurde, ist davon auszugehen, dass der Pilz gegenwärtig überall vorkommt, wo die Krankheit etabliert ist. Ob der Krankheitserreger tatsächlich mit dem lange bekannten, einheimischen *H. albidus* identisch ist, sollte jedoch hinterfragt werden, bis umfangreiche Vergleiche mit früheren Aufsammlungen des Pilzes vorliegen. Falls es tatsächlich ein „ursprüngliches“ Weißes Stengelbecherchen gibt, wäre die Suche nach diesem Pilz in Gebieten, die bisher noch nicht vom Eschentriebsterben betroffen sind, von hohem wissenschaftlichem Interesse. Die Untersuchung von Herbarbelegen und Vergleiche des Pilzes aus Gebieten mit und ohne Triebsterben könnten der Schlüssel zur Erklärung des plötzlichen Auftretens dieser neuen Eschenkrankheit sein.

Danksagung

Die Forschungsarbeiten über das Eschentriebsterben in Österreich werden vom Lebensministerium (Forschungsprojekt Nr. 100343, BMLFUW-LE.3.2.3/0001-IV/2/2008), von den Landesregierungen von Niederösterreich, Kärnten, Salzburg, Oberösterreich, des Burgenlandes und der Steiermark sowie der Österreichischen Bundesforste AG finanziell unterstützt. Den Landesforstdienststellen der Bundesländer sowie zahlreichen Bezirksforstinspektionen und Forstbetrieben wird für die praktische Unterstützung der Arbeiten gedankt. Weiters danken wir Wolfgang Dämon und der Österreichischen Mykologischen Gesellschaft für wertvolle Hinweise zur Verbreitung von *H. albidus* in Österreich, für die Erstellung von Abbildung 3 sowie für die Erlaubnis, diese Karte hier verwenden zu dürfen.

Literatur

- Bakys, R., Vasaitis, R., Barklund, P., Ihrmark, K., Stenlid, J. 2009: Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*. Plant Pathology, 58: 284-292.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F. 1984: Pilze der Schweiz. Band 1, Ascomyceten. Verlag Mycologia, Luzern: 313 S.
- Dämon, W. Rücker, T., Strobl, W. 1992: Untersuchungen zur Pilzvegetation des Samer Mösls (Stadt Salzburg). Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 132: 463-522.
- Dämon, W. 1992: Untersuchungen zur Flora und Soziologie der Großpilze (Makromyzeten) eines Auenwaldes und eines Moorwaldes im Flachgau (Salzburg). Diplomarbeit, Universität Salzburg: 225 S.
- Engesser, R., Meier, F., Queloz, V., Holdenrieder, O., Kowalski, T. 2009: Das Triebsterben der Esche in der Schweiz. Wald und Holz, 6/2009: 24-27.
- Kirisits, T., Matlakova, M., Mottinger-Kroupa, S., Cech, T. L., Halm-schlager, E. 2009: The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria. In: Doğmuş-Lehtijärvi, T. (ed.): Proceedings of the conference of IUFRO working party 7.02.02, Eğirdir, Turkey, 11-16 May 2009. SDU Faculty of Forestry Journal, ISSN: 1302-7085, Serial: A, Special Issue: 97-119.
- Kowalski, T. 2006: *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. Forest Pathology, 36: 264-270.
- Kowalski, T., Holdenrieder, O. 2008: Eine neue Pilzkrankheit an Esche in Europa. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 159: 45-50.
- Kowalski, T., Holdenrieder, O. 2009: The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. Forest Pathology, 39: 304-308.
- Krisai-Greilhuber, I., Hausknecht, A., Scheuer, C. 1997: Ergebnisse des Mykologischen Arbeitstreffens in Sibratsgfall (Vorarlberg) vom 31. 8. - 6. 9. 1995. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde, 6: 155-180.
- Österreichische Mykologische Gesellschaft (ÖMG) 2009: Datenbank der Pilze Österreichs. Bearbeitet von Dämon, W., Hausknecht, A., Krisai-Greilhuber, I.: <http://austria.mykodata.net/> (Datenbankabfrage vom 07. 12. 2009 und schriftliche Mitteilungen).
- Ricek, E. 1989: Die Pilzflora des Attergauers, Hausruck- und Kobernauserwaldes. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, Band 23: 439 S.
- Scheuer, C. 2006: Dupla Graecensia Fungorum (2006, Nos 1-40). Fritschiana (Graz), 54: 10-24.
- Senn-Irlet, B., Bieri, G., Egli, S. 2007: Rote Liste der gefährdeten Großpilze der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 0718. Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern und der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf: 92 S.
- Thomas Kirisits, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF), Department für Wald- und Bodenwissenschaften (WABO), Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Hasenauerstraße 38, A-1190 Wien, Tel. +43-1-3682433, E-Mail: thomas.kirisits@boku.ac.at
- Thomas L. Cech, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien, Tel.: +43-1-87838 1147, E-Mail: thomas.cech@bfw.gv.at