Merkblatt
für die Praxis

ISSN 2296-4428

Eidg. Forschungsanstalt WSL
CH-8903 Birmensdorf

© WSL Birmensdorf, 2016

WSL, Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
www.wsl.ch/publikationen

57
August
2016

Das Eschentriebsterben

Biologie, Krankheitssymptome und Handlungsempfehlungen

Daniel Rigling, Sandra Hilfiker, Corine Schöbel, Franz Meier, Roland Engesser, Christoph Scheidegger, Silvia Stofer, Beatrice Senn-Irlet und Valentin Queloz

Das Eschentriebsterben, auch bekannt als Eschenwelke, ist eine schwere Baumkrankheit, die von einem aus Ostasien eingeschleppten Pilz *(Hymenoscyphus fraxineus)* verursacht wird. Vermutlich wurde der hoch infektiöse Krankheitserreger anfangs der 1990-er Jahre mit Pflanzenmaterial nach Europa eingeschleppt, wo er sich epidemisch ausgebreitet hat. In der Schweiz wurde das Eschentriebsterben erstmals 2008 im Grossraum Basel festgestellt. Die Krankheit ist inzwischen in allen Regionen des Landes verbreitet. Bis heute sind keine wirkungsvollen Massnahmen gegen das Eschentriebsterben bekannt, und die Existenz der Esche als wertvolle Baumart ist bedroht.

Abb. 1. Vom Eschentriebsterben befallene Eschen. Wegen der abgestorbenen Triebe und Zweige sind die Baumkronen stark verlichtet.

Das Eschentriebsterben wird durch den aus Ostasien stammenden Pilz *Hymenoscyphus fraxineus* verursacht (Kowalski und Holdenrieder 2009). In Asien besiedelt *H. fraxineus* als harmloser Blattpilz die dort heimischen Eschenarten. Vermutlich wurde der Pilz mit importierten Eschenpflanzen nach Europa eingeschleppt. Die Pilzsporen infizieren im Sommer die Blätter der Esche, von wo aus der Erreger in die Triebe vordringt. Dort entwickeln sich die typischen, olivbraun bis orange verfärbten Rindennekrosen, die zum Absterben der Triebe führen (Abb. 1). Eindeutige Krankheitssymptome beobachtete man erstmals in den frühen 1990-er Jahren in Polen. Von dort aus breitete sich der Erreger epidemisch schnell im natürlichen Verbreitungsgebiet der Gemeinen Esche *(Fraxinus excelsior)* aus (Abb. 2). In der Schweiz wurde das Eschentriebsterben erstmals 2008 in den Kantonen Basel und Solothurn festgestellt. Innert weniger Jahre besiedelte der Pilz die ganze Alpennordseite und erreichte auch die inneralpinen Täler in Graubünden und im Wallis (Abb. 3). Seit 2013 wird die Krankheit auf der Alpensüdseite beobachtet, wo sie sich ebenfalls rasch ausbreitet.

Mit einer Abnahme des Infektionsdrucks des Eschentriebsterben-Erregers ist derzeit nicht zu rechnen. Vielmehr schreitet die Krankheit in den betroffenen Eschenbeständen schnell voran.

Biologie des Krankheitserregers

Der Erreger des Eschentriebsterbens, *Hymenoscyphus fraxineus* (Synonym: *H. pseudoalbidus*) gehört zu den Schlauchpilzen (Ascomycota) und heisst auf Deutsch «Falsches Weisses Stengelbecherchen». Der bis dahin unbekannte Erreger wurde 2010 mithilfe von molekulargenetischen Analysen als neue Pilzart beschrieben (Queloz *et al.* 2010). *H. fraxineus* ist nah verwandt mit dem in Europa heimischen *Hymenoscyphus albidus,* dem Weissen Stengelbecherchen. Letzteres besiedelt als Saprophyt abgeworfene Eschenblätter und richtet keine Schäden an. Beide Arten bilden im Sommer auf den Blattspindeln letztjähriger Eschenblätter weisse, becherförmige Fruchtkörper, die sich morphologisch kaum unterscheiden. Die Fruchtkörper sind mehrere Millimeter gross und von Auge gut erkennbar. In den befallenen Eschenbeständen Europas dominieren heute die Fruchtkörper von *H. fraxineus. H. albidus* wird nur noch sehr selten gefunden. Die zu *H. fraxineus* (sexuelle Hauptfruchtform) gehörige Nebenfruchtform (asexuelle Konidienform) heisst *Chalara fraxinea* und lässt sich in isolierten Agarkulturen oder auf Blattresten nachweisen. Die asexuellen Sporen (Konidien) dienen nur als Spermatien bei der sexuellen Fortpflanzung, sind selber aber nicht infektiös.

Esche – *Fraxinus excelsior*

Von den drei Europäischen Eschenarten ist die Gemeine Esche *(F. excelsior)* weit verbreitet in der Schweiz. Daneben wächst im Tessin die Blumen- oder Mannaesche *(F. ornus)*, wo sie auf kalkhaltigen Standorten im Sottoceneri bestandesbildend ist. Die Schmalblättrige Esche *(F. angustifolia)* kommt in der Schweiz nicht vor. Diese Art ist, wie die Blumenesche, hauptsächlich im Süden Europas verbreitet.

Nach den Zählungen des Landesforstinventars (2004/2006) gibt es hierzulande über 23,4 Millionen Eschen (BHD > 12 cm), das sind 4,3 Prozent der Gesamtzahl aller Bäume. Die Esche ist nach der Buche der zweithäufigste Laubbaum in der Schweiz. Sie ist sowohl für das Ökosystem als auch für die Forstwirtschaft eine bedeutende Baumart:

Das Holz der Esche wird seit Jahrtausenden genutzt. Wegen ihres schnellen Wachstums und ihrer hervorragenden Holzeigenschaften finden Eschen vor allem in der Herstellung von Werkzeugen und Sportgeräten wie Schlitten, Ski oder Ruder, sowie im Haus-Innenausbau (z. B. Parkett, Treppengeländer oder Möbel) eine breite Anwendung. Da das Holz langfaserig ist, besitzt es eine hohe Elastizität und ist trotzdem sehr zäh, fest und tragfähig.

Blätter, Knospen und Rinde junger Eschen stellen für Wildtiere eine wichtige Nahrungsquelle dar. Eschenblätter tragen zur Humusbildung und Bodenverbesserung bei, da sie vergleichsweise rasch zersetzt werden. Darüber hinaus wirkt das grosse und dichte Wurzelwerk der Esche als Stabilisator in Uferböschungen sowie an Hängen; gerade in Schutzwäldern ist diese Eigenschaft von grosser Bedeutung.

Die Esche und von ihr dominierte Waldgesellschaften bieten zahlreichen Organismen wie Insekten, Schnecken und Pilzen Lebensraum. In der Schweiz sind 550 saprophytische und parasitische Pilze an Holz und Blättern sowie über 400 Flechtenarten an Eschen nachgewiesen worden (SwissFungi bzw. SwissLichens, Abfragen vom 23. Mai 2016). Insbesondere für baumbewohnende Flechten ist die Esche unersetzbar, weil sie im Gegensatz zu den meisten anderen einheimischen Baumarten eine pH-neutral reagierende Borke aufweist. Die Esche ist deshalb Lebensraum für 85 national prioritäre Flechtenarten. Von diesen sind 15 Arten (vier vom Aussterben bedrohte, fünf stark gefährdete und sechs verletzliche Arten) mit mehr als einem Drittel ihrer bekannten Fundorte auf Eschen angewiesen. Sechs Arten, welche regelmässig auf Eschen wachsen, sind geschützt (Verordnung über den Natur- und Heimatschutz, Anhang 2). Dazu gehört die Echte Lungenflechte *Lobaria pulmonaria,* deren grösste Vorkommen im Mittelland an Eschen gebunden sind. Bei der potenziell bedrohten Flechte *Arthonia cinnabarina,* einer charakteristischen Bewohnerin von Hartholz-Auenwäldern, sind über 75 Prozent der Vorkommen an meist jungen Eschen gefunden worden.

Eine Esche kann bis zu 300 Jahre alt werden. 100-jährige Bäume sind durchschnittlich 30 m hoch und weisen 30 bis 40 cm Brusthöhendurchmesser auf.

Biotopbaum mit Moosen und Lungenflechte.

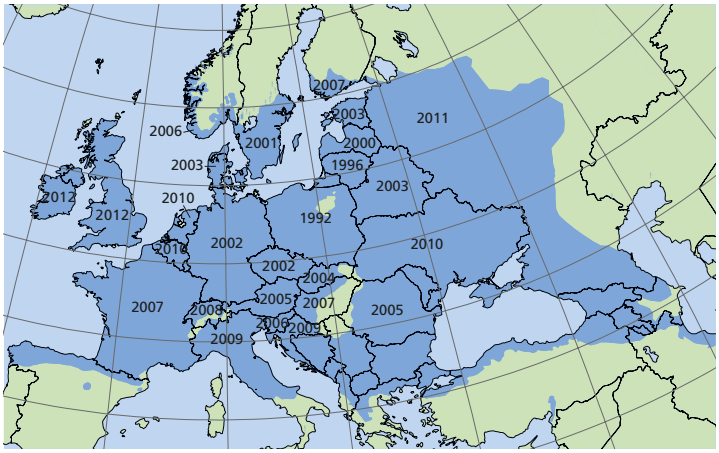

Abb. 2. Blau hinterlegt: Das natürliche Verbreitungsgebiet der Gemeinen Esche (*F. excelsior;* © EUFORGEN). Das Jahr, in dem das Eschentriebsterben zum ersten Mal beobachtet wurde, ist für jedes Land angegeben. Erster Nachweis der Krankheit in Europa war 1992 in Polen.

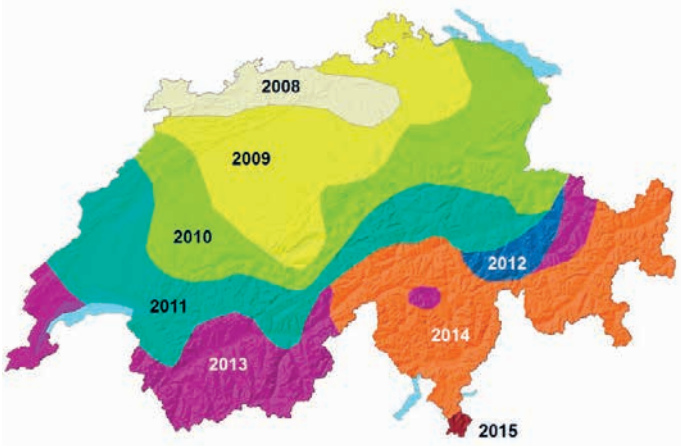

Abb. 3. Ausbreitung des Eschentriebsterbens in der Schweiz.

Wirtsbäume

In Ostasien wurde *H. fraxineus* auf der Mandschurischen *(F. mandshurica)* und der Chinesischen Esche *(F. chinensis)* gefunden. Beide Eschenarten sind weitgehend resistent und vermutlich die ursprünglichen Wirtsbäume des Pilzes. In Europa zählen die in der ganzen Schweiz verbreitete Gemeine Esche *(Fraxinus excelsior)* sowie die im Süden vorkommende Schmalblättrige Esche *(F. angustifolia)* zu den Hauptwirten von *H. fraxineus*. Die Blumenesche *(F. ornus)*, die vor allem im östlichen Mittelmeerraum und auch im Tessin vorkommt, scheint wenig anfällig zu sein. In Europa wurden Krankheitssymptome auch an hier ausgepflanzten amerikanischen Eschenarten beobachtet. Dabei scheint *F. nigra* besonders anfällig zu sein, gefolgt von *F. pennsylvanica* und *F. americana* (Gross *et al.* 2014). Für weitere Eschenarten fehlen zurzeit Informationen über ihre Anfälligkeit gegenüber dem Erreger des Eschentriebsterbens.

Bei den anfälligen Arten sind nicht nur Jungbäume, sondern Eschen jeden Alters von dieser Krankheit betroffen. Besonders Eschen an feuchten Standorten sind einem hohen Infektionsdruck ausgesetzt, denn Feuchtigkeit fördert die Sporenbildung und den Infektionserfolg des Pilzes, vor allem an der Stammbasis (Marçais *et al.* 2016). In verschiedenen Eschenbeständen findet man jedoch immer wieder einzelne Eschen, die gar keine oder nur sehr geringe Krankheitssymptome aufweisen. Aufgrund dieser Beobachtungen schätzt man, dass etwa 1 bis 5 Prozent der Eschen dank ihrer genetischen Ausstattung weniger anfällig oder gar resistent gegenüber dieser Krankheit sind (McKinney *et al.* 2014).

Krankheitszyklus

Im Sommer bildet *H. fraxineus* auf den infizierten Eschenblättern des Vorjahrs sexuelle Fruchtkörper (Abb. 4, 5 A). Diese wachsen in der Bodenstreu hauptsächlich aus den Blattspindeln (Rhachis) heraus. Selten entwickeln sich Fruchtkörper auch auf kleinen Zweigen (Kirisits *et al.* 2012). In betroffenen Gebieten sind zwischen den Monaten Juni und September viele weiss leuchtende becherförmige Apothecien (sexuelle Fruchtkörper) mit einer Grösse von etwa 3 bis 8 mm zu beobachten. In den Apothecien entwickeln sich die sexuellen Pilzsporen (Ascosporen). Die Sporen werden mit dem Wind rasch und über grosse Distanzen hinweg verbreitet und können auf diese Weise gesunde Eschenblätter befallen (Abb. 5 B). Mithilfe einer äusseren Schleimschicht haften sich die Sporen

Abb. 4. Auf den abgefallenen Blattspindeln (Rhachis) in der Bodenstreu bildet *H. fraxineus* zahlreiche weisse, etwa 3 bis 8 mm grosse Fruchtkörper.

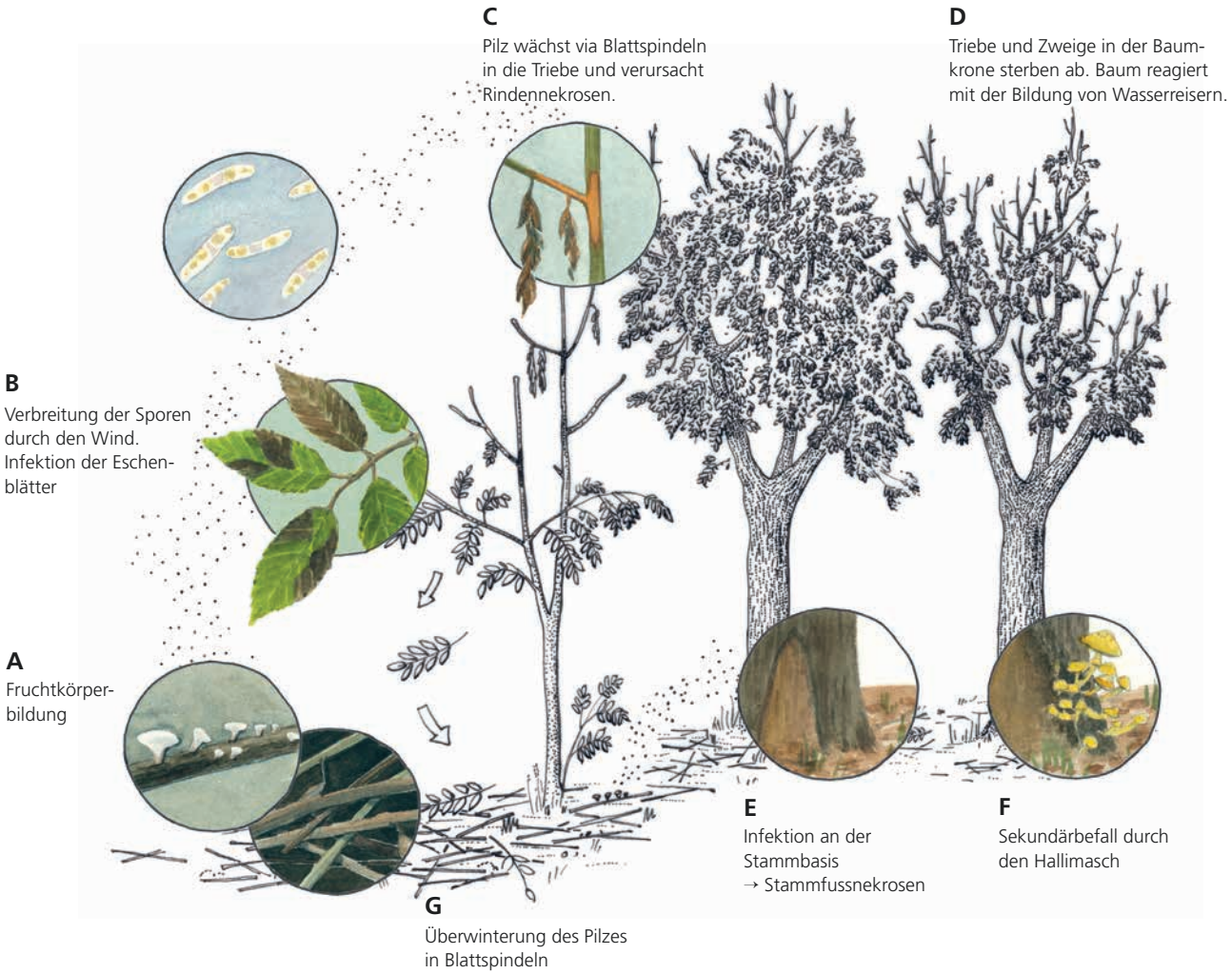

Abb. 5. Krankheitszyklus von *H. fraxineus*.

an die Oberfläche der Eschenblätter. Der Erreger dringt dann mit einer spezialisierten Pilzzelle (Appressorium) in das Blatt ein. Die Infektionsstelle lässt sich an ihrer bräunlichen Verfärbung erkennen (Abb. 6). Nach dem Eindringen in das Eschenblatt wächst das Myzel und beginnt sich innerhalb der Blattspreiten bis hin zur Blattspindel auszubreiten. Der Pilz dringt weiter in die Triebe vor, wo er Rinde und Kambium befällt (Abb. 5 C). Dabei zerstört er das Transport- und Wachstumsgewebe, die Triebe oberhalb der Befallsstelle sterben ab (Abb. 5 D). Durch ein frühzeitiges Abwerfen der infizierten Blätter kann der Baum das Vordringen des Pilzes in die Triebe unterbinden. Ausgehend von Triebinfektionen werden grössere Äste und bei jungen Eschen auch der Stamm befallen. An der Stammbasis dringen Sporen, vermutlich via Lentizellen, direkt in die Rinde ein und verursachen Stammfussnekrosen (Abb. 5 E; Husson *et al.* 2012, Engesser und Meier 2012). Häufig wer-

Die Esche als Stadt- und Gartenbaum

Der Standort (Wald, Stadt, Garten) kann den Verlauf des Eschentriebsterbens beeinflussen. Im Gegensatz zum Wald scheint die Krankheit in Städten und in der Kulturlandschaft weniger gravierend zu verlaufen. Viele Eschen sind weniger stark betroffen und überleben weitaus besser als man erwartet hat. Dies zeigte eine dänische Studie, in der über zehn Jahre Eschen entlang einer Strasse beobachtet wurden (Thomsen 2014). Der Unterschied liegt vor allem darin, dass im Gegensatz zum Wald bei Stadt- und Gartenbäumen die Ausbreitung des Erregers durch das Einsammeln des Laubes im Herbst eingedämmt werden kann. Weil die Fruchtkörper und somit die Sporen auf den letztjährigen Blättern gebildet werden, sinkt durch diese Massnahme der Infektionsdruck. Generell ist der Infektionsdruck in Städten geringer, da meist keine grösseren Eschenbestände vorkommen und die Eschen weitgehend vom Wald isoliert sind. Zudem sind in der Umgebung von Stadt- und Parkbäumen in der Regel weniger Sekundärschädlinge (z. B. Hallimasch) vorhanden. Die Eschen müssen somit weniger Schädlinge auf einmal tolerieren.

Aus Sicherheitsgründen werden im Siedlungsraum stark befallene Eschen entfernt. Weniger stark erkrankte Bäume sollten möglichst erst dann gefällt werden, wenn sich die Kronen über zwei bis drei Jahre hinweg nicht erholen. Da Eschen auch in der Stadt für die lokale Biodiversität von Bedeutung sind, bleibt damit ihr ökologischer Wert erhalten. Auf Neupflanzungen mit anfälligen Eschen sollte im Stadt- und Gartenbereich verzichtet werden, da hier ebenfalls mit Ausfällen zu rechnen ist.

den diese Stammfussnekrosen sekundär durch den Hallimasch (*Armillaria* spp.) befallen (Abb. 5 F).
Der Erregerpilz überwintert in den Spindeln abgeworfener Eschenblätter in der Bodenstreu (Abb. 5 G) und nimmt seinen sexuellen Zyklus in der folgenden Vegetationsperiode wieder auf. Infizierte Blattspindeln können mehrere Jahre nacheinander Fruchtkörper produzieren.

Krankheitssymptome

Da *H. fraxineus* die Esche verschiedenartig befallen kann, sind auch die zu beobachtenden Krankheitssymptome sehr unterschiedlich. Erfolgt auf den Blättern eine Infektion durch Ascosporen, sind die Eintrittsstellen der keimenden Sporen durch kleine braune Flecken zu erkennen (Abb. 6). Diese Flecken wachsen zu grösseren Blattverfärbungen aus und erreichen dann die Blattspindeln. Dringt das Pilzmyzel via Blattstiel weiter in die Triebe vor, stirbt an den betroffenen Stellen das Rindengewebe ab, das sich dabei orangebraun verfärbt (Abb. 7). Es bilden sich die typischen Rindennekrosen, die bis zum Stamm vordringen können (Abb. 8 und 9). Die Eintrittsstelle des Pilzmyzels am Stamm erkennt man am abgestorbenen Seitentrieb im Zentrum der Nekrosen (Abb. 8). Umfasst eine Nekrose den ganzen Stamm- oder Triebumfang, ist die Wasserversorgung zu den oberen Abschnitten des Triebes unterbrochen. Die Blätter oberhalb der betroffenen Abschnitte beginnen zu welken und sterben ab. Oft bleiben sie braunschwarz verfärbt bis im Herbst an den Zweigen hängen (Abb. 10). Auf diese Weise führt ein sich jährlich wiederholender Befall mit *H. fraxineus* vor allem bei jungen Eschen zu einem raschen Absterben der gesamten Pflanze.

Alte Bäume sterben langsamer ab. Die Baumkrone wird durch abgestorbene, kahle Triebe zunehmend verlichtet (Abb. 11). Ausserdem verändert sich die Verzweigungsstruktur der Krone, da die Esche versucht, mit Ersatztrieben und Wasserreisern den Verlust an Trieben zu kompensieren. Diese neuen Triebe stammen aus schlafenden Knospen unterhalb der Nekrose und tragen zu einer Verbuschung der Krone bei.

Wird eine Esche vom Stammfuss her infiziert, ist äusserlich eine zungenförmige und eingesunkene Rindennekrose zu erkennen (Abb. 12). Ein Querschnitt durch den Trieb oder Stamm auf der Höhe einer Rindennekrose zeigt sektorenförmige, graubraune Holzverfärbungen, die teilweise bis in das Mark hineinreichen (Abb. 13). Die Verfärbungen im Holzkörper sind meistens deutlich weiter ausgedehnt als dies die äusserlich sichtbaren Rindennekrosen vermuten lassen. Am Stammfuss bleiben die Holzverfärbungen auf den untersten Stammteil beschränkt und steigen selten mehr als einen Meter im Stamm empor.

Zwischen einem Befall am Stammfuss und einem Befall der Baumkrone besteht keine Verbindung, sodass der grösste Teil des dazwischenliegenden Stammes gesund bleibt (Husson *et al.* 2012). Daher können vier Kombinationen von Befallsbildern angetroffen werden: gesunde Krone und gesunde Stammbasis, gesunde Krone und Befall an der Stammbasis, Befall der Krone und gesunde Stammbasis sowie Befall der Krone und der Stammbasis.

Abb. 6. Sporen von *H. fraxineus* infizieren die Eschenblätter und verursachen Blattflecken.

Abb. 7. Sich entwickelnde Rindennekrose an einem Eschentrieb.

Abb. 8. Durch den Seitentrieb ist der Pilz in den Haupttrieb eingedrungen und verursacht dort eine orangebraune Rindennekrose.

Abb. 9. Rindennekrose am Stamm einer jungen Esche.

Abb. 10. Befallene Esche mit Welkesymptomen.

Abb. 11. Durch Ersatztriebe wird der Kronenverlust teilweise kompensiert.

Abb. 12. Zungenförmige Rindennekrose am Stammfuss.

Abb. 13. Holzverfärbungen auf der Höhe der Stammfussnekrosen.

Sekundäre Schadorganismen

Stammfussnekrosen bieten eine gute Ansiedlungsfläche für sekundäre Schadorganismen, welche das Absterben der bereits geschwächten Bäume beschleunigen (Husson *et al.* 2012). Nach dem Erstbefall durch *H. fraxineus* kann häufig eine weisse Myzelmatte vom Hallimasch unter der abgestorbenen Rinde beobachtet werden (Abb. 14). Dabei dringt der Hallimasch in das vorgängig durch *H. fraxineus* abgetötete Rindengewebe ein. Häufig handelt es sich um eher saprophytische Hallimasch-Arten, die weit verbreitet sind und ohne die Eintrittshilfe von *H. fraxineus* keinen Befall verursachen könnten. Der Hallimasch breitet sich rasch im Wurzelsystem aus. Die betroffenen Bäume sterben entweder innert weniger Jahre stehend ab, oder verlieren ihre Stabilität und fallen um.

Des Weiteren werden stark geschädigte oder abgestorbene Eschen von Insekten, insbesondere dem Bunten Eschenbastkäfer (*Leperisinus varius;* Abb. 15), als Brutraum genutzt. Käfer und Larven fressen Gänge zwischen Rinde und Holz, die in Puppenwiegen münden und den Splint deutlich furchen (Abb. 16). Mit der zunehmenden Verbreitung des Eschentriebsterbens und dem dadurch entstandenen neuen Brutraum wachsen auch die Populationen des Eschenbastkäfers.

Handlungsempfehlungen

Da es bislang keine praxistauglichen Verfahren für die direkte Bekämpfung des Eschentriebsterbens gibt, lässt sich die weitere Ausbreitung der Krankheit nicht verhindern. Aufgrund der Sporenbildung des Erregers auf Eschenstreu ist die vollständige Beseitigung des infektiösen Materials aus einem befallenen Gebiet unmöglich. Auch die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln wäre weder sinnvoll noch erlaubt im Wald. In der momentanen Situation ist es deshalb umso wichtiger, dass Eschen, die keine äusserlichen Krankheitssymptome oder nur einen geringen Befall aufweisen, stehen gelassen und gefördert werden. Sie sind möglicherweise weniger anfällig oder resistent und könnten diese Eigenschaft an ihre Nachkommen übertragen.

In befallenen Eschenbeständen wird das folgende Vorgehen empfohlen (Abb. 17):

- Die Beurteilung des Gesundheitszustandes der Eschen ist im Juli vorzunehmen, da zu diesem Zeitpunkt die Bildung der Blätter und Klebäste abgeschlossen ist und der vorzeitige Blattfall noch nicht begonnen hat. Bei der Anzeichnung sollte unbedingt der Gesundheitszustand des Baumes in seiner Gesamtheit beurteilt werden. Dazu gehört der Kronenbereich ebenso wie der Stammbereich (inkl. Stammfuss), die Wurzelanläufe und die oberflächlich sichtbaren Wurzeln.
- Eschen mit stark befallenen Kronen oder eindeutigen Stammfussnekrosen entlang von Strassen oder viel frequentierten Wegen sollten aus Sicherheitsgründen überwacht und gegebenenfalls rechtzeitig entfernt werden.
- Im Umfeld von stark befallenen Eschen gilt es, bei Forstarbeiten die Arbeitssicherheit zu beachten.
- Eschen, an welchen geschützte oder gefährdete Arten vorkommen (siehe Box «Esche»), sollen erhalten werden (Biotopbäume). In solchen Fällen kann die Sicherheit eventuell durch einen Kronensicherungsschnitt ge-

Abb. 14. Stammfussnekrose mit einem sekundären Befall durch den Hallimasch.

Abb. 15. Der Bunte Eschenbastkäfer ist ein häufiger Sekundärschädling an Eschen.

Abb. 16. Brutbild des Bunten Eschenbastkäfers.

währleistet werden. Fachspezialisten sollten abklären, ob durch Artenförderungsmassnahmen Vorkommen gefährdeter Arten langfristig erhalten werden können.
- Wertvolle Baumhölzer mit mehr als 70 Prozent Kronenverlust oder eindeutigen Stammfussnekrosen sind mittelfristig vom Absterben bedroht und können wegen drohender Holzentwertung genutzt werden.
- Gering befallene oder gesunde Eschen sollten erhalten und gefördert werden, da sie eine allfällig vorhandene Resistenz oder Toleranz an ihre Nachkommen übertragen könnten.
- Da von verholzten Teilen keine Infektionsgefahr ausgeht, können abgeschnittene oder gefällte, infizierte Baumteile im Gelände liegen gelassen werden.
- Auf Neuanpflanzungen mit Eschen sollte verzichtet werden. Wegen des hohen Infektionsdruckes ist zu erwarten, dass die gepflanzten Eschen auch erkranken und ausfallen werden.
- Der Zustand der betroffenen Eschenbestände sollte regelmässig neu beurteilt und das weitere Vorgehen angepasst werden.
- Anzeichnungen in Eschenbeständen sind mit der nötigen Zurückhaltung vorzunehmen, weil es erstens sehr grosse Unsicherheiten bezüglich der Entwicklung der Eschen gibt und zweitens die Gefahr besteht, den Holzmarkt mit Eschen zu überschwemmen.
- Droht ein befallener Eschenreinbestand ganz auszufallen, stellt sich die Frage nach möglichen Ersatzbaumarten. Falls sich solche auf den Eschenstandorten nicht natürlich verjüngen, sollten bei Pflanzungen standortsgerechte Laubbäume verwendete werden. Dazu zählen Ahorn, Kirschbaum, Traubenkirsche, Hagebuche und auf feuchteren Stellen die Schwarzerle.

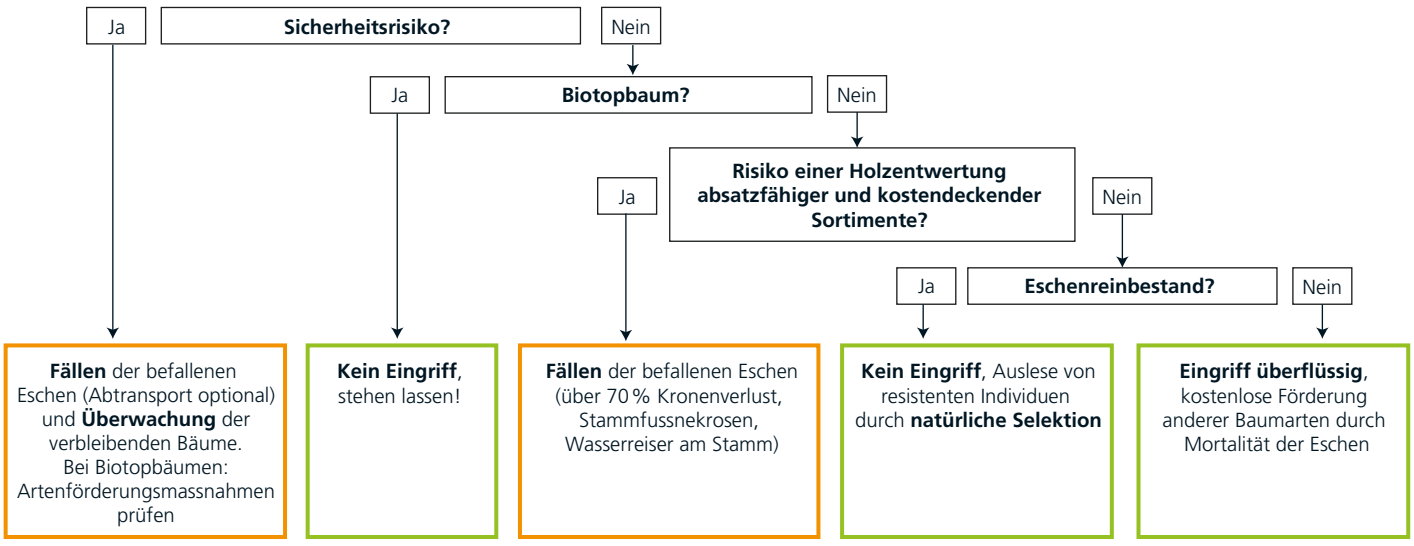

Abb. 17. Entscheidungsdiagramm für das Vorgehen in befallen Eschenbeständen. © CPP-APW.

Literatur

ENGESSER, R.; MEIER, F., 2012: Eschenwelke wird noch bedrohlicher. Aktuelle Verbreitung und neuer Infektionsweg. Wald Holz 93, 12: 35–39.

GROSS, A.; HOLDENRIEDER, O.; PAUTASSO, M.; QUELOZ, V.; SIEBER, T.N., 2014. *Hymenoscyphus pseudoalbidus,* the causal agent of European ash dieback. Mol. Plant Pathol. 15, 1: 5–21.

HUSSON, C.; CAËL, O.; GRANDJEAN, J.P.; NAGELEISEN, L.M.; MARÇAIS, B., 2012: Occurrence of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* on infected ash logs. Plant Pathol. 61: 889–895.

KOWALSKI, T.; HOLDENRIEDER, O., 2009: The teleomorph of Chalara fraxinea, the causal agent of ash dieback. For. Pathol. 39, 5: 304–308.

KIRISITS, T.; KRITSCH, P.; KRÄUTLER, K.; MATLAKOVA, M.; HALMSCHLAGER, E., 2012: Ash dieback associated with *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in forest nurseries in Austria. J. Agric. Ext. Rural Dev. 4, 230–235.

MCKINNEY, L.V.; NIELSEN, L.R., COLLINGE, D.B.; THOMSEN, I.M.; HANSEN, J.K.; KIJAER, E.D., 2014: The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. Plant Pathol. 63, 3: 485–499.

MARÇAIS, B.; HUSSON, C.; GODART, L.; CAËL, O., 2016: Influence of site and stand factors on *Hymenoscyphus fraxineus*-induced basal lesions. Plant Pathol.

QUELOZ, V.; GRÜNIG, C.R.; BERNDT, R.; KOWALSKI, T.; SIEBER, T.N.; HOLDEN-RIEDER, O., 2010: Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus.* For. Pathol. 41 (2011): 133–142.

THOMSEN, I.M., 2014: Das Eschentriebsterben an Stadt- und Strassenbäumen – eine Situationsbeschreibung aus Dänemark. Jahrbuch der Baumpflege 2014. Dirk Dujesiefken BaumZeitung. 101–108.

Kontakt

Valentin Queloz und Daniel Rigling
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
valentin.queloz@wsl.ch
daniel.rigling@wsl.ch

Fotos und Illustrationen

Andrin Gross (Abb. 1), Valentin Queloz (Abb. 4, 13, 14), Yvonne Roggenmoser (Abb. 5), Daniel Rigling (Abb. 6, 7, 8, 12), Roland Engesser (Abb. 9, 10), Corine Schöbel (Abb. 11), Beat Wermelinger (Abb. 15), Beat Forster (Abb. 16), Thomas Reich (Abb. Esche, Box), Christoph Scheidegger (Abb. Lungenflechte, Box)

Dank

Die Realisierung dieses Merkblattes wurde unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt BAFU (Vereinbarung «Wissenschaftliche Analyse, Beratung und Information zum Schutz des Waldes vor biotischen Gefahren»).

Zitierung

RIGLING, D.; HILFIKER, S.; SCHÖBEL, C.; MEIER, F.; ENGESSER, R.; SCHEIDEGGER, C.; STOFER, S.; SENN-IRLET, B.; QUELOZ, V., 2016: Das Eschentriebsterben. Biologie, Krankheitssymptome und Handlungsempfehlungen. Merkbl. Prax. 57: 8 S.

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876

Konzept

Forschungsergebnisse werden zu Wissens-Konzentraten und Handlungsanleitungen für Praktikerinnen und Praktiker aufbereitet. Die Reihe richtet sich an Forst- und Naturschutzkreise, Behörden, Schulen und interessierte Laien.

Französische Ausgaben erscheinen in der Schriftenreihe
Notice pour le praticien ISSN 1012-6554.
Italienische Ausgaben erscheinen in loser Folge in der Schriftenreihe **Notizie per la pratica** (ISSN 1422-2914) und/oder in der Zeitschrift **Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi**.

Die neuesten Ausgaben (siehe www.wsl.ch/merkblatt)

Nr. 56: Siedlungs- und Landschaftsentwicklung in agglomerationsnahen Räumen. Raumansprüche von Mensch und Natur. S. TOBIAS, *et al.* 2016. 16 S.
Nr. 55: Die Eiche im Klimawandel. Zukunftschancen einer Baumart. P. BONFILS, *et al.* 2015. 12 S.
Nr. 54: Der Kastanienrindenkrebs. Schadsymptome, Biologie und Gegenmassnahmen. D. RIGLING *et al.* 2014. 8 S.
Nr. 53: Lebensraumvernetzung in der Agrarlandschaft. Chancen und Risiken. D. CSENCSICS *et al.* 2014. 8 S.
Nr. 52: Totholz im Wald. Entstehung, Bedeutung und Förderung. T. LACHAT *et al.* 2013. 12 S.
Nr. 51: Naherholung räumlich erfassen. M. BUCHECKER *et al.* 2013. 8 S.

Managing Editor

Martin Moritzi
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/merkblatt

Layout: Jacqueline Annen, WSL

Druck: Rüegg Media AG

klimaneutral
powered by ClimatePartner°
Druck | ID 11726-1503-1001

FSC Mix
Produktgruppe aus vorbildlicher Waldwirtschaft und anderen kontrollierten Herkünften
www.fsc.org Cert no. SQS-COC-100271
©1996 Forest Stewardship Council