

# FraxForFuture: Ein Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart

Sebastian Fuchs, Sandra Peters, Philip Beckschäfer, Johannes Osewold, Christina Fey, Gitta Langer, Ralf-Volker Nagel und Aki Michael Höltken

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8431068>

Das Europäische Eschentriebsterben (ETS), welches die Esche in ihrer Existenz bedroht, wird durch den aus Asien eingeschleppten, invasiven Schlauchpilz *Hymenoscyphus fraxineus* (Falsches Weißes Stengelbecherchen) ausgelöst. FraxForFuture ist ein bundesweites, interdisziplinäres Verbundprojekt zum Erhalt der Esche als Wirtschaftsbaumart (Langer et al. 2022). Die NW-FVA ist mit mehreren Vorhaben an FraxForFuture beteiligt und stellt Ergebnisse aus vier Forschungsbereichen vor.



Foto: J. Evers

Ein durch das Eschentriebsterben weitgehend zusammengebrochener Eschenbestand

## Stammfußnekrosen und assoziierte Pilze

Die primäre Eintrittspforte für die Sporen des windverbreiteten Schadpilzes sind die Blätter von Eschen. Allerdings ist *H. fraxineus* auch in der Lage, mit seinen Sporen in den Wurzelanlauf/Stammfuß der Esche einzudringen und dort Läsionen („Stammfußnekrosen“) auszulösen. Bei der Bildung von Stammfußnekrosen können neben *H. fraxineus* viele weitere Pilzarten, unter anderem auch holzerzetzende Pilze, beteiligt sein. Letztere führen zu einer raschen Holzentwertung und Bruchgefährdung der betroffenen Bäume. Stammfußnekrosen treten häufig bei an ETS erkrankten Bäumen auf und stellen derzeit den Hauptmortalitätsfaktor dar. Im Rahmen von Schadbonituren auf WZE-Rasterpunkten in Eschenbeständen wurden an 1331 (62 %) von 2180 untersuchten Eschen Stammfußnekrosen festgestellt.

Darüber hinaus wurden insgesamt 105 Eschenstammfüße von 10 über Deutschland verteilten Standorten im Labor mykologisch untersucht (Langer et al. 2023, Peters et al. 2023). Dabei wurden aus verschiedenen Gewebebereichen der Nekrosen Pilze isoliert sowie morphologisch und DNA-gestützt identifiziert. Insgesamt wurden knapp 280 verschiedene Pilzarten (Endophyten, Saprophyten und Pathogene) gefunden. Darunter befanden sich einige erstmals an Esche beschriebene Arten, wie zum Beispiel *Cryptostroma corticale*,

den Erreger der Ahorn-Rußrindkrankheit. Außerdem wurde mit *Vexillomyces fraxinicola* eine neue Pilzart entdeckt und beschrieben. Neben *H. fraxineus* waren Hallimasch-Arten und *Diplodia fraxini* die häufigsten Pilze. Die Pilzgesellschaften der Stammfußnekrosen an unterschiedlichen Standorten waren sehr verschieden, jedoch war das Spektrum der am häufigsten isolierten Pilze (meist *Armillaria* spp., *D. fraxini* und *H. fraxineus*) ähnlich. Insgesamt führen diese Untersuchungsergebnisse zu einem besseren Verständnis des Schadenssymptoms Stammfußnekrose und der damit assoziierten Pilzarten.



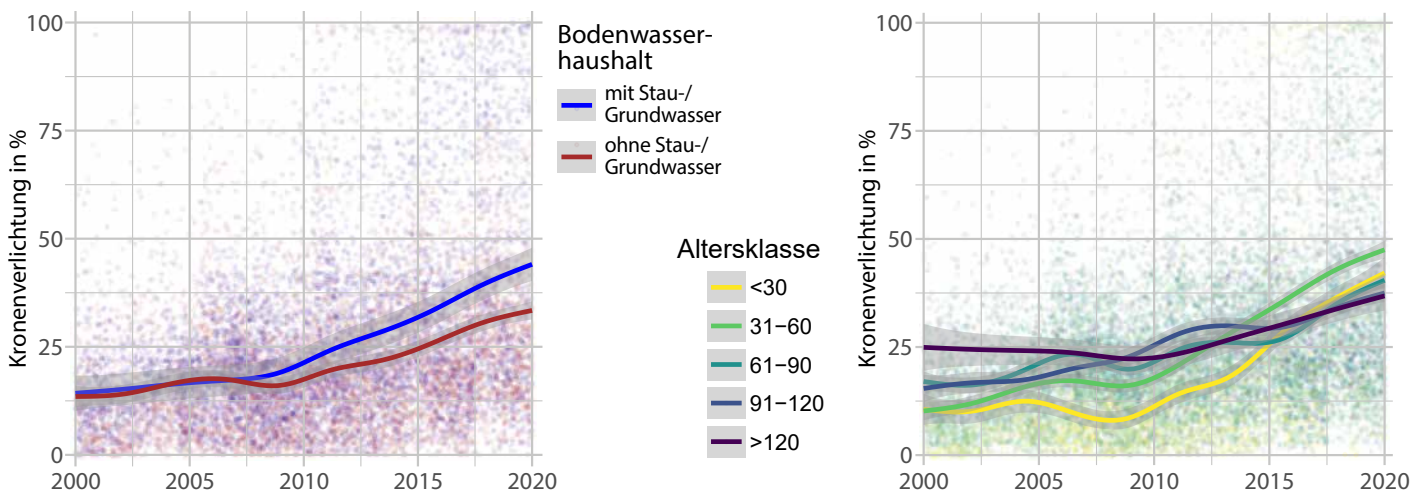
Fotos: S. Peters

Stammfußnekrose am noch stehenden Baum (links) und im Längsschnitt mit Verfärbungen im Holzkörper, die über den von außen sichtbar geschädigten Bereich hinausgehen (rechts)

## Eschenmonitoring – terrestrisch und mittels Fernerkundung

Dringt der Erreger wiederholt über die Blätter in die Triebe und Äste ein, manifestieren sich die Symptome des ETS u. a. in den strukturellen Eigenschaften der Krone (abnehmende Belaubung, transparente Krone, zunehmender Totastanteil). Zum einen werden solche Kroneneigenschaften bei der terrestrischen Waldzustandserhebung angesprochen, zum anderen lassen sie sich mittels Luftbildauswertung erheben. Damit bieten sich sowohl terrestrische als auch fernerkundungsgestützte Monitoringverfahren an, um die Dynamik des ETS zeitlich und räumlich zu erfassen.

Im Stichprobenraster der Waldzustandserhebung ist die Esche in Süddeutschland häufig, in Norddeutschland dagegen nur selten vertreten. Dadurch ist die Analyse der ETS-Ausbreitung erschwert. Es lassen sich jedoch Zusammenhänge zwischen Schadentwicklung und Standort sowie Bestandesstruktur ableiten. Nach der Ausbreitung des Erregers über große Teile des Bundesgebiets (etwa seit 2009) ließ sich auf grund- oder stauwasser geprägten Standorten eine stärkere Zunahme der Kronenverlichtung beobachten (Abb. Seite 38). Im Vergleich



Verlauf der bundesweiten Eschen-Kronenverlichtung seit dem Jahr 2000 (Erstnachweis ETS in Deutschland: 2002). Links ist der Einfluss des Bodenwasserhaushalts auf den zeitlichen Verlauf dargestellt, rechts der des Bestandesalters.

zu Altbeständen nahm die Kronenverlichtung junger Bestände, die vor Verbreitung des ETS naturgemäß weniger stark verlichtet waren als Altbestände, stärker zu.

Fernerkundungsgestütztes Monitoring bietet die Möglichkeit, anhand historischer und aktueller Luftbilder die Dynamik der Ausbreitung der ETS-Symptome nachzuvollziehen sowie die akute Entwicklung zu überwachen. Ein solches Monitoring muss jedoch nach einem standardisierten Verfahren erfolgen und die Eigenschaften der Luftbilddaten berücksichtigen, um qualitativ hochwertige und vergleichbare Daten zu erzeugen. Zu diesem Zweck wurden zwei Luftbildinterpretationsschlüssel entwickelt, die (a) zur Identifikation von Eschen und (b) zur Ansprache des Kronenzustands eingesetzt werden können und so eine Erfassung der ETS-Symptome ermöglichen. Mit diesen Schlüsseln können aus dem Flugzeug aufgenommene Luftbilder, die mittels eines Stereobildschirmsystems als 3D-Bilder angezeigt werden, standardisiert ausgewertet werden.

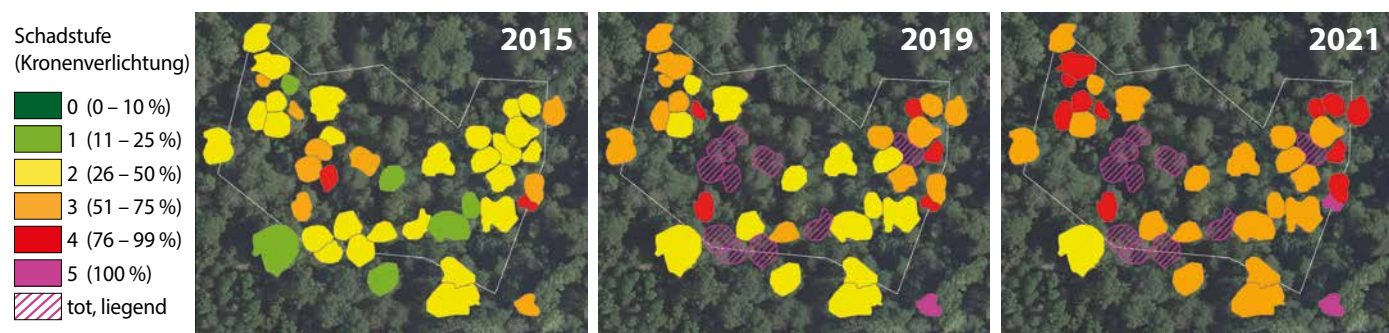
Kronenschädigungen von Eschen wurden auf einem Set von Monitoringflächen anhand von Luftbilddaufnahmen aus dem Zeitraum 2006–2022 erfasst. Insgesamt zeigte sich hierbei eine klare Tendenz zu einer Abnahme der Kronenvitalität. Die Geschwindigkeit der Verschlechterung variierte sowohl zwischen einzelnen Kronen als auch zwischen den Monitoringflächen sehr stark. Auch wurde beobachtet, dass sich der Kronenzustand temporär wieder verbessern kann. Diese Verbesserungen waren jedoch nur vorübergehend und von kurzer Dauer.

Durch die Entwicklung der Luftbildinterpretationsschlüssel zur Identifikation von Eschen und zur Kronenansprache wurde eine Grundlage geschaffen, um das Fortschreiten der ETS-Symptome auch in Zukunft per Luftbilddauswertung zu überwachen.

### Genetik

Trotz des unvermindert schweren Verlaufs des ETS und dem teilweise flächenhaften Ausfall der Esche gibt es doch Anlass zur Hoffnung: Beobachtungen einzelner nicht oder nur wenig geschädigter Eschen in stark befallenen oder schon abgestorbenen Beständen lassen vermuten, dass Unterschiede im Schädigungsgrad zwischen einzelnen Individuen zu einem großen Teil erblich bedingt sind. Verschiedene wissenschaftliche Studien lassen darauf schließen, dass zumindest ein geringer Anteil von Eschen dazu in der Lage ist, sich langfristig gegen das ETS zu behaupten bzw. in Koexistenz mit dem Pilz nahezu symptomlos zu überleben.

Im gesamten Zuständigkeitsbereich der NW-FVA (Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein) wurden Eschenvorkommen evaluiert und besonders vitale und gesunde Einzelbäume, sogenannte Plusbäume, ausgewählt. Die Sicherung dieser Plusbäume erfolgte über vegetative Vermehrung von Kronenreisern. Um die ETS-Toleranz zu validieren, wurden die vegetativen Abkömmlinge dieser Plusbäume zusätzlich standardisierten Infektionsversuchen unter



Per Luftbilddauswertung erfasste und dokumentierte Kronenverlichtung der Eschen auf der Monitoringfläche Schotten (HE1) in Hessen



Laborbedingungen mit maximalem Sporendruck des ETS-Erregers ausgesetzt. Um besonders tolerante Individuen erhalten zu können, wurden klassische Veredelungstechniken, aber auch Methoden der Gewebekultur (In-vitro-Technik) eingesetzt. Die In-vitro-Technik ist eine interessante Alternative, um auch große Individuenzahlen kostengünstig konservieren zu können. Dazu zählt u. a. die Kryokonservierung, die es ermöglicht, kleine meristematische (teilungsaktive) Gewebeteile einzelner Pflanzen in flüssigem Stickstoff einzufrieren, ohne dass an dem Pflanzenmaterial genetische oder physiologische Veränderungen stattfinden. Das so eingefrorene Material kann auch Jahrzehnte später, zu jedem beliebigen Zeitpunkt und in beliebigen Mengen, wieder „aufgeweckt“ und vermehrt werden.

Wichtiges Ziel ist der Aufbau von Erhaltungs-Samenplantagen, die sowohl der Erhaltung genetischer Ressourcen der Esche dienen, aber auch für weiterführende Züchtungsarbeiten sowie die künftige Produktion von forstlichem Vermehrungsgut genutzt werden können. Dies trägt wesentlich dazu bei, Anpassungsprozesse der Esche an den Krankheitserreger zu beschleunigen bzw. zu unterstützen.



Fotos: C. Fey

Vegetative Vermehrung einer Esche aus Kryokonservierung (flüssiger Stickstoff) unter sterilen Laborbedingungen (In-vitro)

## Eschennaturverjüngung und waldbauliche Auswirkungen des ETS

Die waldbaulichen Auswirkungen des ETS werden an der NW-FVA bereits seit 2013 auf 33 Versuchsflächen beobachtet. Der Gesundheitszustand von zunächst 1011 Eschen im Oberstand wurde jährlich erfasst. Dabei zeigte sich, dass sich einzelne Individuen vorübergehend erholen können und auch ganze Bestände bessere und schlechtere Jahre haben. Im Jahr 2022 waren jedoch nur noch 422 Bäume vorhanden. Die höchste Mortalität trat bei jungen Eschen im Stangen- und schwachen Baumholz auf, während ältere Eschen länger mit starken Symptomen überleben konnten.

Die genetische Veranlagung von höherer Toleranz einzelner Eschen gegenüber dem ETS macht auch für die natürlichen Anpassungsprozesse Hoffnung. Bisher wurden in Eschenbeständen zwei Selektionsprozesse beobachtet, die zu gesünderen Eschenpopulationen führen können. Zum einen sind viele sehr anfällige Altbäume bereits abgestorben bzw. stark

geschädigt und bringen daher weniger Nachkommen hervor (Semizer-Cuming et al. 2021). Dieser Prozess alleine würde allerdings einige Generationen in Anspruch nehmen. Zum anderen wird auch die Naturverjüngung durch das ETS infiziert. Deshalb wurde der Frage nachgegangen, wie sich diese Infektionen auf die Entwicklung der jungen Eschen auswirken. Dazu wurde auf 11 Monitoringflächen jeweils 1 % der gesamten Naturverjüngung aufgenommen. Es zeigte sich, dass die Esche bei günstigen Bedingungen noch immer in sehr hohen Verjüngungsdichten (289.000/ha) vorkommen kann, aber nur 5–15 % der Eschen ETS-Symptome aufweisen. Dieser geringe Anteil ist hauptsächlich auf sehr junge Eschen unter 20 cm Höhe zurückzuführen, während die Wahrscheinlichkeit von Symptomen mit zunehmender Höhe erheblich steigt.

Vergleicht man infizierte mit gesunden Eschen in der Naturverjüngung, führt die Infektion sowohl zu geringerem Höhenzuwachs (hauptsächlich durch Schädigung des Leittriebes), als auch zu höherer Mortalität. Unter der konservativen Annahme, dass ein Promille der Naturverjüngung mit dem Pilz leben kann und die restlichen 99,9 % durch Konkurrenzdruck und Mortalität ausscheiden, würden von 200.000 jungen Eschen 200 gesunde Eschen übrigbleiben. Angesichts dieser Möglichkeit sollte der Waldbau dafür sorgen, dass sich auch in Zukunft Eschenverjüngung ansamen und entwickeln kann, indem auch in sehr kranken Beständen Alteschen belassen werden und das Wildmanagement mit der Lichtregulierung abgestimmt wird. Allerdings beschreiben diese Daten nur 2 Jahre und nur 13.000 Eschen auf 11 Flächen. Der Eschenverjüngung sollte daher mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

## Förderung

Der FraxForFuture-Verbund wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Waldklimafonds, der von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. administriert wird. Am vorliegenden Artikel beteiligte Teilprojekte: FraxMon 2.3 (FKZ 2219WK20C4), FraxGen 3.4 (FKZ 2219WK21D4), FraxPath/FraxCollar 4.1 (FKZ 2219WK22A4), FraxSilva 5.1 (FKZ 2219WK23A4)

## Literatur

- <https://www.fraxforfuture.de>
- Langer G.J., Fuchs S., Osewold J., Peters S., Schrewe F., Ridley M., Kätzel R., Bubner B., Grüner J. (2022): FraxForFuture—research on European ash dieback in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection* 129(6): 1285–1295. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00670-z>
- Langer G.J., Peters S., Bußkamp J., Bien S. (2023): *Cryptostroma corticale* and fungal endophytes associated with *Fraxinus excelsior* affected by ash dieback. *Journal of Plant Diseases and Protection*. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00750-8>
- Peters S., Fuchs S., Bien S., Bußkamp J., Langer G.J., Langer E.J. (2023): Fungi associated with stem collar necroses of *Fraxinus excelsior* affected by ash dieback. *Mycological Progress* 22(7): 52. <https://doi.org/10.1007/s11557-023-01897-2>
- Semizer-Cuming, D., Chybicki, I. J., Finkeldey, R., & Kjær, E. D. (2021). Gene flow and reproductive success in ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the face of ash dieback: Restoration and conservation. *Annals of Forest Science*, 78(1), 14. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-01025-0>