

Genetisches Potenzial der Esche

Die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior* L.) ist durch das Eschentriebsterben akut gefährdet. Hoffnung macht ein Eschen-Nachkommenschaftsversuch in dem die Widerstandsfähigkeit gegenüber der Krankheit seit 2015 erfasst wird. In fast allen untersuchten Familien traten Nachkommen mit hoher Widerstandsfähigkeit auf. Die Ergebnisse verdeutlichen das Potenzial von Naturverjüngung und machen Selektions- und Vermehrungsprogramme möglich.

TEXT: DR. HANNES SEIDEL, DR. MUHIDIN ŠEHO, DR. JOACHIM HAMBERGER, DR. BARBARA FUSSI

Vor dem Hintergrund des Klimawandels galt die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) als Hoffnungsträgerin für den Aufbau stabiler und klimaresilienter Mischwälder. Ihre Toleranz gegenüber Trockenheit und ihre weite Standortamplitude machen sie attraktiv für den klimaresilienten Waldumbau [1]. Neben ihrem ökonomischen Wert als Rohstofflieferantin für den Werkzeugbau, Innenausbau oder hochwertiger Sportgeräte ist sie auch ökologisch von besonderer Bedeutung. Der späte Laubaustrieb und die lichtdurchlässige Krone schaffen wertvolle mikroklimatische Nischen für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten. Sie ist ein prägender Bestandteil geschützter Waldlebensraumtypen, wie Auenwälder, und stabilisiert mit ihrem Wurzelwerk Bachufer [2, 3].

Der Fortbestand der Esche ist durch das Eschentriebsterben jedoch stark gefährdet. Anfang der 1990er Jahre wurde der Erreger (*Hymenoscyphus fraxineus*) aus Ostasien nach Europa eingeschleppt und bedroht die Esche mittlerweile fast im gesamten Verbreitungsgebiet [4, 5]. Die Krankheit führt zu massiven Kronenschäden, schwächt die Bäume und führt durch sekundäre Infektionen zu Stammfußnekrosen [6]. Hohe Ausfallraten von bis zu 80 % sind die Folge [4, 7]. Dennoch gibt es Hoffnung. In stark befallenen Beständen werden vereinzelt vitale Bäume beobachtet. Etwa 1-2 % der Altbäume sind widerstandsfähiger [8].

Die Widerstandsfähigkeit hat eine genetische Grundlage und beruht auf einer Vielzahl von Genorten [9, 10]. Sie ist ein quantitatives Merkmal und wird daher entlang eines flie-



Abb. 1: Nachkommenschaftsversuch des AWG am Chiemsee.

Benden Spektrums ausgeprägt. Das Erscheinungsbild der Symptome ist nicht konstant: Manche Bäume scheinen sich zeitweise zu erholen, andere verschlechtern sich über Jahre hinweg [8]. In einem Nachkommenschaftsversuch des AWG wurden die Widerstandskraft und das Wachstum von Eschen über einen Zeitraum von zehn Jahren beurteilt. Ziel war es, die Variation der Widerstandsfähigkeit zu erfassen, ihre Vererbbarkeit zu beurteilen und belastbare Aussagen über die Reaktionsfähigkeit der Esche und die Eignung einzelner Individuen für Erhaltungs- und Zuchtprogramme zu treffen.

Langfristige Beobachtungen

In einem Auwald in der Nähe des Chiemsees führt das AWG seit 2015 einen Nachkommenschaftsversuch mit Eschen aus 30 Familien durch (Abb. 1). Die Elternbäume stammen aus sechs Beständen verschiedener Regionen Südbayerns (Bad Endorf, Freising, Haiming, Herrenchiemsee, Mengkofen, Unterwössen) und aus Österreich (Murau). Insgesamt wurden 1.489 dreijährige Bäume auf einer Fläche von 0,3 ha gepflanzt, die im Versuch mit vier bis 104 Individuen pro Familie vertreten sind. Die Pflanzung erfolgte haupt-

Foto: Hannes Seidel/ AWG

sächlich im Jahr 2015. Die Familien aus den Beständen Freising und Herrenchiemsee wurden 2016 gepflanzt. Aufgrund des hohen Eschenanteils im umliegenden Bestand herrscht vor Ort ein hoher Infektionsdruck durch den Erreger des Eschentriebsterbens. Im Boden der Versuchsfläche wurde eine hohe Mengen an Pilzsporen gefunden [11]. Die Mortalität, die Kronenschäden und die Wuchshöhe der Individuen wurden regelmäßig erfasst. In den ersten Jahren wurden die Krankheitssymptome wie Rindennekrosen und abgestorbene Zweige direkt dokumentiert. Mit zunehmender Größe der Kronen erfolgte ab 2019 die Bewertung des Kronenschadens anhand einer prozentualen Skala. Im Jahr 2025 wurden die Bäume zusätzlich auf Stammfußnekrosen überprüft.

Durch die jährlichen Beobachtungen konnte der Krankheitsverlauf jedes einzelnen Baumes genau nachvollzogen und vier Widerstandsklassen gebildet werden. Die Widerstandsfähigkeit wurde durch den höchsten Kronenschaden im Zeitraum von 2019 bis 2025 bestimmt:

- *Hohe Widerstandsfähigkeit (maximal 10 % Kronenschaden, keine Stammfußnekrose),*
- *Mittlere Widerstandsfähigkeit (mindestens einmal Kronenschaden zwischen 11 % und 50 %, aber nie höher, keine Stammfußnekrose),*
- *Geringe Widerstandsfähigkeit (mindestens einmal Kronenschaden größer 50 %, aber noch nicht abgestorben oder Stammfußnekrose vorhanden),*
- *Abgestorbene Bäume: tot im Jahr 2025.*

Keine absolute Resistenz

Die Grundlage der Widerstandsfähigkeit ist komplex. Sie beruht auf einer Vielzahl von Mechanismen und Genen (polygenes Merkmal) mit einem weiten Merkmalspektrum [9, 10, 12]. Daher ist nicht von einer absoluten Resistenz der Esche gegenüber dem Erreger *H. fraxineus* auszugehen. Im hier beschriebenen Versuch zeigte nur ein Individuum der fast 1.500 untersuchten Eschen bisher weder Kronenschäden noch nekrotische Rindenläsionen. Auch im Rahmen des FraxForFuture-Projekts

in 11 über Deutschland verteilten Beständen war keiner der 1365 untersuchten Bäumen ohne Symptome des Eschentriebsterbens [8].

Widerstandsfähig und wuchskräftig

Die Ergebnisse des Nachkommenchaftsversuchs sind dennoch als hoffnungsvoll zu bewerten. Insgesamt zeigten über den Beobachtungszeitraum von zehn Jahren 22 % der Nachkommen mit maximal zehn Prozent Kronenschaden und keinen Stammfußnekrosen eine gleichbleibend hohe Vitalität (Abb. 2). In den einzelnen Familien kamen bis zu 33 % sehr widerstandsfähige Bäume vor (Abb. 3). In fast allen Familien traten sehr widerstandsfähige Individuen auf (Abb. 2, Abb. 3), selbst bei anfälligen Mutterbäumen [13]. Nur in drei Familien kamen keine sehr widerstandsfähigen Nachkommen vor. Diese Familien waren jedoch nur mit vier bis 16 Nachkommen im Versuch vertreten.

Schneller ÜBERBLICK

- » **Das Eschentriebsterben bedroht die Gemeine Esche europaweit**
- » **Die Erhaltung forstgenetischer Ressourcen ist dringend notwendig**
- » **Ein Langzeit-Nachkommenschaftsversuch in Bayern zeigt: Es gibt Individuen mit hoher Widerstandsfähigkeit**
- » **22 % der Nachkommen zeigten über neun bzw. zehn Jahre nur geringe Symptome**
- » **Widerstandsfähige Individuen kamen in nahezu allen Familien vor**
- » **Gute Wuchseleistung zeigten 8 % der Eschen**
- » **Für die Anpassung der Esche ist die Erhaltung von Reproduktionsbäumen und die Förderung der Naturverjüngung notwendig**

Im Jahr 2023 hatten 8 % aller untersuchten Eschen neben hoher Vitalität auch ein Höhenwachstum, das im oberen Fünftel der Wuchseleistung der untersuchten Familien lag [14]. Generell wuchsen widerstandsfähige Eschen mehr in die Höhe als anfällige [13]. Dies mag zum einen daran liegen, dass der Terminaltrieb der Widerstandsfähigen durch das Eschentriebsterben weniger geschädigt werden könnte. Zum anderen kann eine vitalere Krone auch mehr Ressourcen für das Wachstum bereitstellen als eine geschädigte Krone. In der Naturverjüngung ist das von Vorteil, indem sich gutes Wachstum junger Eschen positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der Begleitvegetation auswirkt. Denn in durch das Eschentriebsterben befallenen Beständen verändern sich die Konkurrenzverhältnisse, wodurch die Gras- und Krautschicht die Eschenverjüngung negativ beeinflussen [15, 16].

Die mittlere Sterblichkeit auf der Untersuchungsfläche lag bei 38 % und schwankte zwischen den Familien von 11 % bis 100 % (Abb. 3). Unter ähnlichen Versuchsbedingungen in anderen Studien starben deutlich mehr Individuen, wodurch die Mortalität unter natürlichen Bedingungen 80 % und mehr betragen kann [17–19]. Eine Auswahl vitaler und damit widerstandsfähigerer Individuen in der Baumschule vor der Pflanzung könnte die bisherige geringe mittlere Sterberate verursacht haben. Mit fortschreitender Zeit ist noch ein Anstieg der Mortalität, zumindest bei den anfälligen Individuen, zu erwarten. Langfristige Versuche sind deshalb entscheidend, um die individuelle Widerstandsfähigkeit nachhaltig beurteilen zu können. Auch die bestehende Untersuchungsfläche wird noch weitere Jahre beobachtet werden, um die zukünftige Entwicklung zu verfolgen. Es ist aber deutlich, dass einige Individuen über Jahre dem Erreger des Eschentriebsterbens trotzen und von sehr hoher Vitalität sind.

Bestände-Vernetzung erhalten

Die Überlebenswahrscheinlichkeit variierte zwar mit der Familienzugehörigkeit (Abb. 3), signifikante Unterschiede traten jedoch nur zwischen

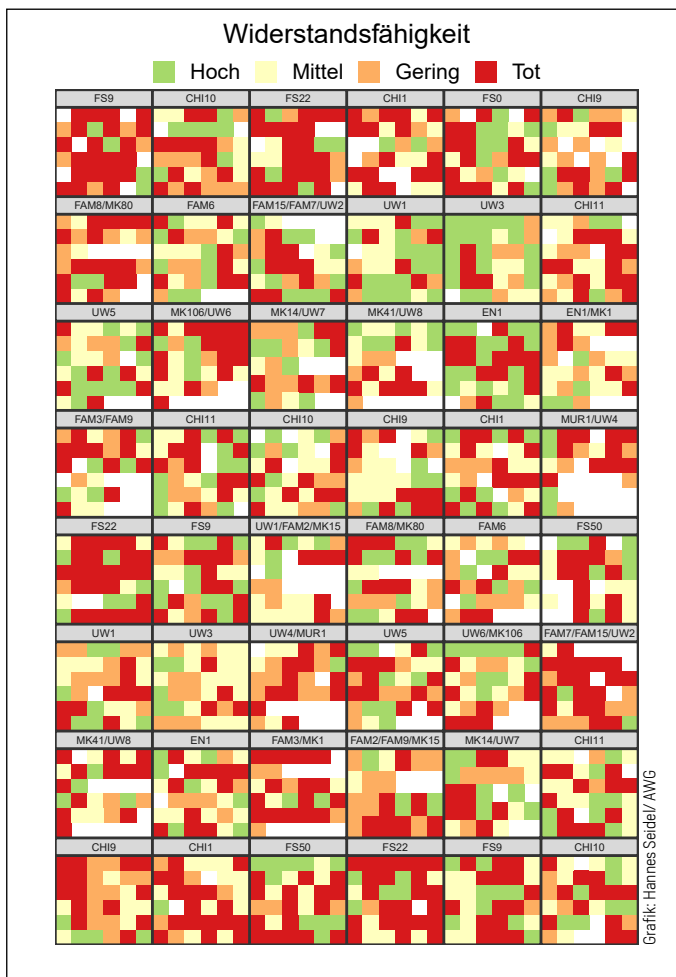


Abb. 2: Verteilung der Eschen auf der Versuchsfläche. Die einzelnen Bäume sind als Pixel dargestellt. [CHI: Herrenchiemsee, 4 Familien, 96 – 103 Individuen; EN1: Bad Endorf, 88 Individuen; FAM: Haiming, 7 Familien, 4 – 65 Individuen; FS: Freising, 3 Familien, 100 – 104 Individuen; MK: Mengkhofen, 6 Familien, 4 – 28 Individuen; MUR1: Murau, 5 Individuen; UW: Unterwössen, 8 Familien, 28 – 82 Individuen].

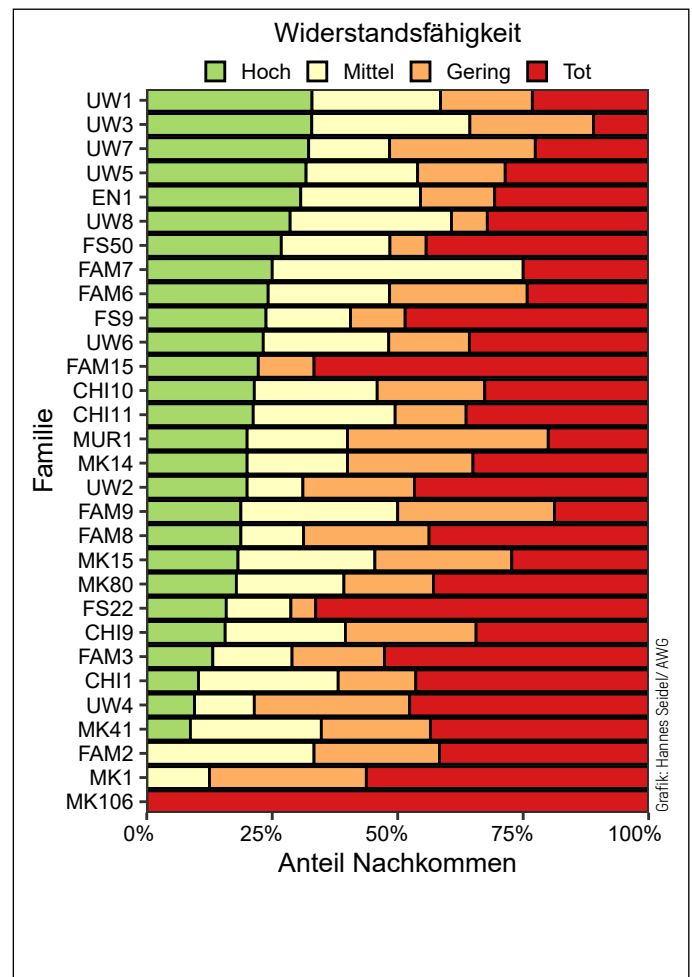


Abb. 3: Aufteilung der Widerstandsfähigkeit der Eschen je Familie, beurteilt durch die Schadbonturen von 2019 bis 2025. Familienbezeichnungen und deren Größen siehe Abb. 2.

den Extremen auf. Zudem unterschied sich der Anteil an sehr widerstandsfähigen Eschen nur vereinzelt zwischen den Familien [13, 14].

Auch in anderen Studien waren die Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit zwischen Familien gering, da - wie in der vorliegenden Studie - eine hohe Variation innerhalb der Familien bestand [20–22]. Dies kann an der Beteiligung einer Vielzahl an Pollenspendern (Vätern) liegen und verdeutlicht, dass für jeden Mutterbaum eine Chance besteht, widerstandsfähige Nachkommen hervorzubringen, wenn auch die Reproduktionsfähigkeit von sehr stark geschädigten Eschen eingeschränkt ist [23]. Deshalb sollte dringend der Genfluss zwischen Eschenbeständen durch deren Vernetzung erhalten werden. Dies ermöglicht den Austausch von vorteil-

haften Erbgutkombinationen in der Landschaft und die Anpassung auf einer großen Skala. Dadurch wird die genetische Diversität erhalten, die der Schlüssel der Anpassung an zukünftige Herausforderungen ist. Es ist deshalb unbedingt nötig, möglichst viele Alt-Eschen mit guter Vitalität als Reproduktionsbäume zu erhalten [24].

Schlüssel der Anpassung

Das enorme natürliche Verjüngungspotenzial der Esche bietet die Chance, dass widerstandsfähigere Eschen in Beständen auftreten. Fast alle untersuchten Mutterbäume brachten sehr widerstandsfähige Nachkommen hervor. Das Potenzial kann jedoch nur ausgeschöpft werden, wenn die Verjüngung zahlreich ist und sich ungehindert entwickeln kann. Die Eschen-

Naturverjüngung sollte deshalb nicht zugunsten anderer Baumarten benachteiligt werden. Denn die natürliche Selektion kann dann effektiv wirken, wenn aus einer Vielzahl von Individuen diejenigen mit den besten Eigenschaften ausgewählt werden. Auf genomischer Ebene konnte bereits eine Anpassung in der Naturverjüngung festgestellt werden [25]. So sollte die angepasste Waldbewirtschaftung Reproduktionsbäume erhalten, Verjüngung fördern, zwischenartliche Konkurrenz minimieren und Wildverbiss vermeiden. [24]. Auch wenn diese aufwändige Etablierung von widerstandsfähigen Populationen mehrere Generationen dauert und mit einem Verlustrisiko einhergeht, stellt sie die einzige Alternative zum sonst wahrscheinlichen Verlust einer wertvollen Baumart dar. Um das Betriebs-

risiko zu streuen, können nach der Etablierungsphase weitere Mischbaumarten eingebracht werden.

Rolle von Samenplantagen

Das Ausmaß der Widerstandsfähigkeit wird von den Eltern auf die Nachkommen übertragen und zu einem großen Anteil von den Genen bestimmt [13, 17, 20]. Durch den gezielten Aufbau von Erhaltungssamenplantagen kann der Genpool gesichert und mittelfristig wertvolles Vermehrungsgut produziert werden. Das hochwertige Vermehrungsgut aus Samenplantagen kann genutzt werden, um natürliche Bestände anzureichern, um die natürlichen Anpassungsvorgänge zu beschleunigen oder um Bestände zu stabilisieren.

„Es gibt widerstandsfähigere Eschen, die durch gezielte Auswahl und Erhaltungsmaßnahmen zum Fortbestand der Art beitragen können.“

HANNES SEIDEL

Samenplantagen mit widerstandsfähigeren Individuen und daraus erzeugtes Vermehrungsgut können für die forstliche Praxis ein wichtiger Bestandteil der Anpassung sein. Das Vermehrungsgut aus Samenplantagen mit widerstandsfähigen Individuen weist eine geringere Krankheitsanfälligkeit auf, als dies bei der ungezielten Vermehrung unter natürlichen Bedingungen der Fall ist [26]. Das AWG hat in den letzten beiden Jahren eine Samenplantage mit widerstandsfähigeren Plusbäumen der Eschen sowie einen Nachkommenschaftsversuch mit Saatgut von weniger anfälligen Eschen angelegt. Durch mehrere Selektionsschritte im Nachkommen-

schaftsversuch können die widerstandsfähigsten Individuen langfristig in eine Samenplantage überführt werden. Ähnliche Flächen wurden im Rahmen des FraxForFuture-Projekts durch die FVA-BW, NW-FVA und das Thünen Institut gepflanzt.

Anreicherung mit Stecklingen

Für die aktive Anreicherung von Beständen könnten zusätzlich umfangreich getestete Eschen genutzt und durch vegetative Vermehrung widerstandsfähigere Klone erzeugt werden. So würden schneller auspflanzfähige Bäumchen bereitgestellt, da in den angelegten Samenplantagen erst in einigen Jahren Saatgut gewonnen werden kann. In einem Pilotprojekt befinden sich derzeit 50 dieser Genotypen aus Bayern in der Vermehrung. Auch auf dieses Pflanzgut wird die natürliche Selektion wirken und die am besten geeigneten Individuen auswählen. Daher sollte am Anfang eine hohe Stückzahl verwendet werden. Ein erster Schritt bei der Umsetzung in der Fläche könnten die von Waldbesitzern gut angenommenen und bewährten Praxisanbauversuche sein. Dieses etablierte und systematische Verfahren könnte auf vielen gut verteilten kleinen Einzelflächen bereits in wenigen Jahren erste Erkenntnisse zur Wiedereinbringung der Esche für die Praxis liefern. Um den Erfolg dieses Vorgehens zu dokumentieren, ist eine wissenschaftliche Begleitung notwendig.

Fazit

Um die ökologisch und ökonomisch wichtige heimische Baumart Esche langfristig zu erhalten, ist es notwendig, widerstandsfähige Eschen zu sichern und gezielt zu vermehren. Das Auftreten widerstandsfähigerer Individuen – in nahezu allen untersuchten Familien – macht Hoffnung für die zukünftige Nutzung dieser wichtigen Baumart. Jetzt gilt es, die Forschungsergebnisse in die forstliche

Literaturhinweise:

Download des Literaturverzeichnisses unter: www.forstpraxis.de/downloads

FINANZIERUNG

Die Anlage der Versuchsflächen wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus finanziert. Die weiterführende Studie wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz gefördert und aus Fördermitteln des Waldklimafonds finanziert. Projektträger war die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. mit der Fördernummer 2219WK21B4.

Praxis zu überführen und Anstrengungen für die Erhaltung der Esche zu intensivieren. Dazu müssen Forschungsflächen weiter betreut und beobachtet werden, sowie Eschen in den Beständen erhalten bleiben und die Naturverjüngung angemessen gefördert werden. Das AWG wird in seinen Bemühungen fortfahren kurz- sowie mittelfristig widerstandsfähigeres Vermehrungsgut bereitzustellen.



Dr. Hannes Seidel

Hannes.Seidel@awg.bayern.de

ist Mitarbeiter und **Dr. Barbara Fussi** Leiterin des Sachgebiets Angewandte forstgenetische Forschung am Bayerischen Amt für Waldgenetik (AWG). **Dr. Muhidin Šeho** leitet das Sachgebiet Erhalten und Nutzen forstlicher Genressourcen. **Dr. Joachim Hamberger** ist Leiter des AWG.