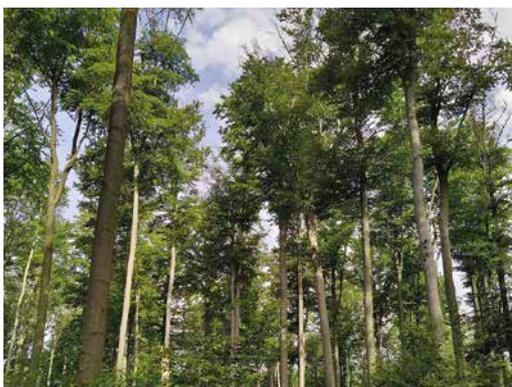


Saatgut für den Klimawandel

Projekt sensFORclim – Untersuchung der Klimasensitivität von Forstgenressourcen der Buche, Tanne und Fichte erfolgreich abgeschlossen:

Im Rahmen des über den Waldklimafonds der Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) geförderten Verbundvorhabens haben Forschende aus vier Bundesländern ein Verfahren entwickelt, das die Bewertung von Saatgutertebeständen verbessert und dabei die Kriterien Genetik, Trockenheitsresistenz und Stressphysiologie einbezieht. Die Ergebnisse zeigen, dass Nährstoffregime, die Häufigkeit von Trockenheit und die hydraulischen Bedingungen in den vorangegangenen und nachfolgenden Jahren die Reaktion auf Trockenheit maßgeblich beeinflussen. Eine höhere Dürrehäufigkeit wurde mit einer höheren Resistenz und Resilienz von Buche und Fichte in Verbindung gebracht, was auf ein mögliches Akklimatisierungspotenzial hindeutet.



Im Verbundprojekt sensFORclim wurde nach Buchen mit erhöhter Trockenheitsresistenz gesucht. Foto: Yves-Daniel Hoffmann

Untersuchte Populationen auf trockeneren Standorten weisen tendenziell eine höhere genetische Vielfalt und damit auch ein höheres Anpassungspotenzial auf. In der Zusammenschau zeigte sich, dass vor allem Altbestände und deren Nachkommenschaften, die auf trockeneren Standorten wachsen, auf Grund ihrer Nadel- und Blattmerkmale sowie ihrer sich daraus ergebenden physiologischen Reaktionsfähigkeit eine erhöhte Widerstandskraft gegenüber Trockenheit aufweisen.

Dr. Muhidin Šeho



Blätter und Früchte eines Baumes auf der Mehlbeeren-Samenplantage in Freilassing Foto: M. Šeho

GenSorb – Untersuchung räumlich-genetischer Strukturen der Baumarten Mehlbeere

Die Mehlbeere ist eine langlebige Pionierbaumart mit hohem Lichtbedarf und bevorzugt (sommer-)warme Standorte. Sie wächst daher in offeneren Waldbereichen auf Störungsflächen, in Hanglagen und auf Sonderstandorten wie z. B. Schuttkegeln, Felsbändern oder auch Almen. Der Fokus liegt bei den Mehlbeeren auf der Erhaltung selbst. Da sie auch auf sonnigen und trockenen sowie auf flachgründigen oder felsigen Standorten wächst, könnte sie aber dennoch eine Bereicherung für den klimastabilen Wald der Zukunft sein, insbesondere für die Waldrandgestaltung oder auf schwierigen bzw. trocken-warmen, skelettreichen Standorten. In Bayern kommen über 40 verschiedene Arten der Gattung *Sorbus* vor. Zu dieser Gattung zählen zu einem allgemein bekannte Baumarten wie Vogelbeere, Elsbeere, Speierling und Gemeine Mehlbeere. Daneben gibt es aber seltene, nur Spezialisten geläufige Arten wie die Gößweinsteiner Mehlbeere, die Kordigast-Mehlbeere oder die Mergenthaler Mehlbeere. Viele besiedeln ein nur sehr kleines Verbreitungsgebiet. Ihre Lebensräume (lichte, aufgelockerte Säume) werden im Zuge der aktuellen Waldbewirtschaftung und -entwicklung immer seltener. Als Regional- und Lokaldemiten sind sie vielfach stark gefährdet. In dem gemeinsamen Vorhaben des LfU und des AWG sollen einerseits Schutzmaßnahmen für die vorhandenen Vorkommen erarbeitet und umgesetzt werden, an-

dererseits sollen begleitende genetische Untersuchungen durchgeführt werden. Dabei soll geklärt werden, inwieweit die endemischen neuen Arten genetisch eigenständig sind und ob sich die Echte Mehlbeere (*Sorbus aria*) mit endemischen Arten rückkreuzen kann und so eine Bedrohung für die endemische Mehlbeerenflora darstellen könnte. Zudem sollen Blattproben für eine genetische Untersuchung zu Wuchsgebieten von *Sorbus aria* gesammelt werden. Im bayerischen Erntezulassungsregister werden bisher keine Saatgutertebestände für Bayern gelistet.

Teilziele des Vorhabens sind:

- Sicherung forstlicher Genressourcen der Baumart Mehlbeere, die als Art mit hoher Priorität in Bayern im Rahmen des Generhaltungskonzepts erfasst und genetisch analysiert werden sollte
- Erarbeitung von Schutzmaßnahmen für vorhandene Vorkommen
- Ermittlung der räumlich-genetischen Strukturen der Projektbaumart und Erarbeitung von Herkunftsempfehlungen auf genetischer Grundlage
- Durchführung von Untersuchungen, um zu klären, inwieweit die endemischen neuen Arten genetisch eigenständig sind und ob sich die Gemeine Mehlbeere mit endemischen Arten rückkreuzen kann und so eine Bedrohung für die endemische Mehlbeerenflora darstellen könnte

Dr. Muhidin Šeho, AWG

sensFORnative-Klimasensitivität forstlicher Genressourcen heimischer Baumarten

Die Langzeitforschung am Themenkomplex der »Klimasensitivität forstlicher Genressourcen heimischer Baumarten« dient den zukunftsweisenden und wichtigsten Hauptaufgaben des AWG. Dabei werden heimische Herkünfte identifiziert, die besonders anpassungsfähig an das zukünftige Klima sind. Der Untersuchungsfokus liegt auf den zugelassenen Erntebeständen (Waldumbau beginnt beim Saatgut). Gleichzeitig werden heimische forstliche Genressourcen in ihrer Vielfalt erhalten und die Biodiversität auf allen Ebenen gefördert. Mit Hilfe von genetischen Methoden, basierend auf verschiedenen hochvariablen genetischen Markern (neutral und adaptiv), werden Bestände der heimischen Baumarten Vogelkirsche, Weißtanne, Waldkiefer und Winterlinde analysiert und ihre Anpassungsfähigkeit bei sich rasch ändernden Umweltbedingungen bewertet. Dazu werden ausgewählte Bestände durch die Kom-

bination ökologischer Nischenmodelle mit Methoden der ökologischen Genetik untersucht und ihre Reaktion auf Wetterextreme bewertet. Dabei werden mit Hilfe von Nischenmodellen vorhandene Klima- und Standortdaten von optimal bis marginal (auf Grenzstandorten) ebenso wie die Trophieebene von basenreich bis basenarm abgeleitet. Für die Stratifizierung des Untersuchungsraums und Auswahl der Bestände werden genaue Standortuntersuchungen vorgenommen. Dadurch kann die Beziehung zwischen Genetik und Umwelt besser bewertet werden. Das Hauptziel dieser Bemühungen sind nachhaltige Nutzung und langfristige Bereitstellung von hochwertigem und herkunftsgesichertem Vermehrungsgut. Der innovative Forschungsansatz leistet einen essenziellen Beitrag zur Abschätzung der Resilienz solcher Erntebestände gegenüber dem Klimawandel und ermöglicht Aussagen zur künftigen Eig-

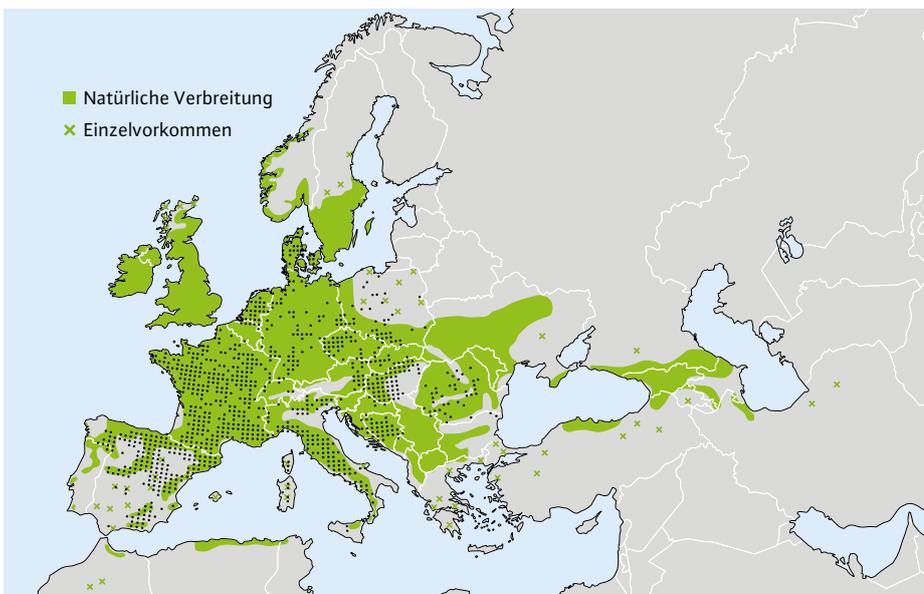


Weißtannen-Saatgutprüfung am AWG.
Foto: Tobias Hase, StMELF

nung von forstlichem Vermehrungsgut für den Wald der Zukunft.

Daraus leiten sich folgende Teilziele ab:

- Untersuchung der Anpassungsfähigkeit von heimischen Wäldern mit Hilfe von Genmarkern und die Identifikation von klimaplastischen Populationen
- Intensive genetische Forschung zu räumlich genetischen Strukturen und Ableitung der forstlichen Herkunftsgebiete sowie Erarbeitung von Vorschlägen für die Aktualisierung von Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen
- Erarbeitung von Empfehlungen für die Zulassung von klimaplastischen Saatguterntebeständen auf marginalen Standorten
- Verbesserung der Erntebasis zur Deckung des zukünftigen Bedarfs an Vermehrungsgut, insbesondere durch Zulassung weiterer Erntebestände in den Regionen, die bisher nur in unzureichendem Umfang zugelassene Erntebestände oder Samenplantagen aufweisen
- Erstellung von Suchkulissen als Grundlage für künftige Klimawandel-Anpassungs-Herkunftsversuche



Das natürliche Verbreitungsgebiet der Vogelkirsche in Europa Quelle: Caudullo et al. 2017

Dr. Muhidin Šeho, AWG

Zusammenarbeit mit Trentino vereinbart

Im Juli 2024 nahm das AWG an einer Sitzung der ARGE Alp in Trient Teil. Durch den Ausbau der Kontakte in dieser Arbeitsgemeinschaft ergeben sich neue Möglichkeiten, um trocken-tolerante Baumarten aus dem Südalpenbereich für Bayern zu beschaffen und unter unseren Klimabedingungen zu testen. Im Herbst wurde die Lieferung von Hopfenbuche für Versuchsanbauten des AWG vereinbart. Darüber hinaus ist das AWG bezüglich der Anlage einer Parallelversuchsfläche mit trocken-toleranten Eichenarten mit der Trentiner Forstverwaltung im Gespräch.

Randolf Schirmer, AWG



Teilnehmende des ARGE Alp Treffens bei Brusago. Foto: AWG

Hoffnung für den Erhalt und die Vermehrung der Esche

Die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior* L.) mit ihrer großen Standortsamplitude gilt als wichtige heimische Laubbaumart für eine klimaresiliente Forstwirtschaft und die Aufrechterhaltung der ökologischen Funktionen von Auwäldern in ganz Bayern. Das Auftreten des Eschentriebsterbens, das durch den invasiven Pilz *Hymenoscyphus fraxineus* verursacht wird, schränkt ihren Anbau und die Nutzung jedoch stark ein. Allerdings werden in stark befallenen Beständen auch widerstandsfähige Eschen beobachtet.

Seit 2014 untersucht das AWG die Widerstandsfähigkeit von 35 Klonen und 30 Nachkommenschaften, um das Potential der Esche für Selektions- und Erhaltungsprogramme abzuschätzen. Im Rahmen der jährlichen Beobachtungen wurden das Überleben, die durch das Eschentriebsterben verursachten Kronenschäden und der Höhenzuwachs erfasst. Für die Bewertung der Widerstandsfähigkeit war der stärkste Kronenschaden der Jahre 2019 bis 2023 maßgebend.

Im Klonarchiv starben die sehr anfälligen Rameten (»Klongeschwister«) rasch ab und die Kronenschäden stabilisierten sich. Acht Klone zeigten eine hohe Widerstandsfähigkeit. Bei ihnen lag der Anteil der sehr widerstandsfähigen Rameten bei mindestens 50 %. Zudem konnte bestätigt werden, dass die Widerstandsfähigkeit zu einem wesentlichen Teil eine genetische Grundlage hat und damit vererbt werden kann. Im Nachkommenschaftsversuch nahmen die durch das Eschentriebsterben verursachten Ausfälle stetig zu und lagen im Jahr 2023 bei ca. 30 % der zu Versuchsbeginn gepflanzten ca. 1.500 Eschen. Etwa 34 % aller Nachkommen (0–56 % pro Familie) wiesen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen das Eschentriebsterben auf. Fast jeder Mutterbaum (29 von 30) brachte sehr widerstandsfähige Nachkommen hervor. Ein Drittel der sehr widerstandsfähigen Nachkommen zeigte zusätzlich ein starkes Höhenwachstum, das sind immerhin fast 150 Eschen auf der 0,3 ha großen Fläche.

Die Ergebnisse geben Hoffnung für den Erhalt und die zukünftige Nutzung der Esche. Wir gehen davon aus, dass auch in der Naturverjüngung von Waldbeständen



Eschenversuchsfläche in Grabenstätt Foto: AWG

sehr widerstandsfähige Nachkommen auftreten. Vitale Eschen sollten daher erhalten und die Naturverjüngung gefördert werden (In-situ-Erhaltung). Nur so kann die natürliche Auslese zum Fortbestand der Esche beitragen. Zudem wurde vom AWG eine Eschensamenplantage mit 100 widerstandsfähigeren Genotypen angelegt. Diese sollen in etwa 10–15 Jahren weniger anfälliges Vermehrungsmaterial liefern (Ex-situ-Erhaltung). Dieses hochwertige Vermehrungsmaterial soll zur Anreicherung der genetischen Vielfalt von Wäldern dienen.

Die detaillierten Ergebnisse der Langzeitbeobachtungen werden in Kürze in der Zeitschrift »Journal of Plant Diseases and Protection« veröffentlicht.

Dr. Hannes Seidel und Dr. Barbara Fussi, AWG

Die Teilnehmenden der Exkursion auf der Eschenversuchsfläche im Rahmen der Tagung zum 60-jährigen Bestehen des AWG begutachten die Widerstandsfähigkeit der Bäume. Foto: Annette Hartmann



Wissenschaftler des AWG am IUFRO-Weltkongress in Stockholm

IUFRO ist das globale Netzwerk für forstwissenschaftliche Zusammenarbeit. Es vereinigt mehr als 15.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in rund 630 Mitgliedsorganisationen in fast 120 Ländern und ist Mitglied des Internationalen Wissenschaftsrats. Bei dem Weltkongress präsentieren Forschende wegweisende Arbeiten zu wichtigen Themen der Forstwirtschaft in Stockholm (23.–29.6.2024). Mit über 4.200 Teilnehmenden bot die Veranstaltung eine Plattform für den Austausch von Wissen, Ideen und Innovationen.

Forschende vom AWG präsentierten aktuelle Forschungsergebnisse zur Esche und Baumhasel. Ein Nachmittag stand ganz im Zeichen des Eschentriebsterbens. Eine Krankheit, die die Esche im Großteil Europas bedroht. Expertinnen und Experten aus ver-

schiedenen Ländern präsentierten neueste Forschungsergebnisse und diskutierten über Strategien zur Bekämpfung dieser Krankheit. Ein Schwerpunkt lag auf der Identifizierung von resistenten Eschen mittels moderner Labormethoden und der Erhaltung der genetischen Vielfalt der Eschenpopulationen. Barbara Fussi hielt einen fesselnden Vortrag über die Fortschritte beim Umgang mit dem Eschentriebsterben in Bayern. Es wurde deutlich, dass eine hohe genetische Diversität entscheidend ist, um die Anfälligkeit von Eschen gegenüber der Krankheit zu verringern und ihre Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen zu erhöhen. Die Teilnehmenden waren sich einig, dass es entscheidend ist, die genetische Vielfalt der Eschen zu schützen und zu fördern, um ihre langfristige

Überlebensfähigkeit zu sichern. Muhidin Šeho präsentierte während des Tagungsblocks »Forstgenetische Werkzeuge zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und Gesundheit von Wäldern gegenüber dem Klimawandel« die ersten Ergebnisse zur Baumhasel. In einer beeindruckenden Posterpräsentation stellte er die genetische Struktur und Vielfalt der Baumhasel (*Corylus colurna*) in ihrem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet vor. Es wurde deutlich, dass die verwendeten Methoden sowie Genmarker für die Bewertung der genetischen Vielfaltsparameter und damit der Anpassungsfähigkeit dieser möglichen Alternativbaumart geeignet sind. »Auf der Grundlage unserer Ergebnisse kann nun jedes Land Erhaltungsprogramme einleiten und Generationsbestände für die Baumhasel ausweisen«, so Muhidin Šeho.

Diese Beiträge waren zweifellos informativ und interessant für die Teilnehmenden des Kongresses und brachten wertvolle Erkenntnisse für die globale Forstwirtschaft. Der IUFRO-Weltkongress in Stockholm war ein voller Erfolg und zeigte einmal mehr die Bedeutung der Forschung und des Austauschs in der Forstwirtschaft. Zukünftige Veranstaltungen sind demnach wichtig, um weiterhin wegweisende Erkenntnisse und Innovationen in diesem wichtigen Bereich präsentieren zu können.



Teilnehmende bei der Eröffnung des IUFRO-Weltkongresses. Foto: B. Fussi, AWG

Dr. Barbara Fussi und Dr. Muhidin Šeho

Waldbaureferenten aus Österreich zu Besuch am AWG

Im Rahmen der Exkursion der Waldbaureferententagung 2024 besuchten die österreichischen Kollegen am 2. Oktober 2024 das AWG. Das Thema der Tagung lautete: »Waldbau grenzenlos und Generationen übergreifend«. Zur Veranstaltung lud das österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft ein. Georg Greutter, der Verantwortliche des Ministeriums, eröffnete die Tagung. Die Organisation der Tagung erfolgte durch Alexander Zobl und dessen Team von der Landwirtschaftskammer.

An der Tagung und Exkursion nahmen Waldbaureferenten der Landwirtschaftskammern und der Landesforstdienste aller Bundesländer Österreichs sowie die Waldbauprofessoren der Försterschule HBLA Bruck an der Mur teil. Auch der Landesforstdirektor von Vorarlberg war anwesend. Alexander Zobl war bereits bei der Bereisung der Flächen und Vorbereitung des Programms begeistert vom bayerischen Vorgehen. Das große Interesse zeichnete sich

bei den Waldbaureferenten ebenfalls ab, im Vergleich zu den Vorjahren war die Teilnehmerzahl rekordverdächtig.

Dr. Muhidin Šeho von AWG stellte die Ziele und Aufgaben des Amtes vor. Frau Dr. Barbara Fussi berichtete über die Methoden der forstgenetischen Forschung und wichtige Arbeiten im forstgenetischen Labor in Teisendorf. Dr. Šeho präsentierte die neuen Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen in Bayern und deren Strategie: *bewährt, klimaplastisch und mutig in die Zukunft mit Praxisanbauversuchen*. Anschließend berichtete er in einem spannenden Vortrag über die Strategie der Bayerischen Forstverwaltung und die Erweiterung der Vielfalt heimischer Baumarten und Herkünfte – der 4-Stufenplan zur Anpassung der Wälder im Klimawandel. Nach dem theoretischen Teil wurden zwei Exkursionspunkte angefahren, wo die Teilnehmer die Möglichkeit hatten, sich Waldreallabore mit verschiedenen heimischen und alternativen Baumarten anzuschauen. Beim zweiten Exkursionspunkt



Besucherinnen und Besucher auf der Weißtannensamenplantage bei Laufen Foto: Georg Jäger, LK Salzburg

wurde die Weißtannensamenplantage bei Laufen vorgestellt. In Jahren mit einer guten Mast liefert diese Samenplantagen über 5.000 kg Zapfen, aus denen genetisch vielfältiges Saatgut für den Zukunftswald aufbereitet wird. Dr. Šeho war begeistert von der guten Stimmung und den zahlreichen Fragen der Kolleginnen aus Österreich. Alle Teilnehmer waren sich einig, dass der Austausch und die Zusammenarbeit grenzenlos weiter gehen sollten.

Dr. Muhidin Šeho, AWG