



## Energieholz vom Feld überzeugt Waldbesitzer

Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen gewinnt wieder an Interesse: Vor diesem Hintergrund besuchten Teilnehmer des durch AWG und LWF in Teisendorf veranstalteten Lehrgangs »Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsysteme« zwei Praxisanbauflächen mit schnellwachsenden Balsampappelkreuzungen. Ein Landwirt zeigte seine 1,1 ha große Fläche, auf der er mehr Hackgut erzeugt, als er in seinen drei Einfamilienhäusern jährlich benötigt. Ein anderer Waldbesitzer informierte die Teilnehmer über seine erste Ernte in einer siebenjährigen KUP. Er konnte auf einem Hektar 600 Srm Hackschnitzel produzieren und im Juni 2023 zu einem Preis von 21 €/Srm vermarkten.

Künftig werden auch Agroforstsysteme an Bedeutung gewinnen. Bei Pflanzung von bis zu 200 wertholztauglichen Bäumen/ha behält die bepflanzte Fläche weiterhin den Status einer landwirtschaftlichen Nutzfläche und wird zusätzlich durch Direktzahlungen gefördert.



Teilnehmer des Lehrgangs »Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsysteme« vor einem 9-jährigen Energiewald bei Waging. Foto: AWG

Für den Folgekurs 2024 liegen bereits 29 Anmeldungen vor. AWG und LWF werden zusätzlich Kollegen aus der Landwirtschaftsverwaltung einladen, damit diese im Rahmen ihrer Beratung verstärkt auf die Chancen von Agroforstsystemen hinweisen können.

Randolf Schirmer, AWG



Beobachtungen des Blattaustriebs in einem Buchenbestand in Adlgaß (Chiemgauer Alpen)  
Foto: M. Kunz

## PhänoKlim – Phänologische Reaktion von Buche und Fichte auf Klimaveränderungen

Im Dezember 2023 hat das AWG zusammen mit der KU Eichstätt (Prof. Jochner-Oette) das ST-Projekt »PhänoKlim« zur Auswertung von phänologischen Daten gestartet. Das Hauptziel des Projektes ist die Beurteilung der Veränderung der Phänologie und der Reproduktionsökologie in deutschen Buchen- und Fichtenbeständen aufgrund veränderter Klimabedingungen. Dabei werden die im Verbundprojekt »GenMon« (Genetisches Monitoring) erhobenen Daten zum Austriebszeitpunkt und zur Reproduktionsökologie in zehn Fichten- und zwölf Buchenbeständen aus sechs Beobachtungsjahren ausgewertet und mit Zeitreihen des Deutschen Wetterdienstes und der Internationalen Phänologischen Gärten Europas (IPG) verglichen.

Da die genetische Vielfalt die Grundlage für die Anpassungsfähigkeit und das Überleben von Baumarten unter sich ändernden Umweltbedingungen bildet, ist deren Beobachtung essenziell. Die prognostizierte globale Erwärmung wird in Zukunft zu extremeren Wetterereignissen führen (IPCC 2021). Um Informationen über die langfristige Entwicklung der genetischen Systeme von Waldbaumpopulationen zu erhalten, muss daher dringend ein dauerhaftes Überwachungssystem für walddenetische Ressourcen eingerichtet werden.

Bestandteil des genetischen Monitorings sind neben genetischen Analysen auch phänologische Beobachtungen. An vorselektierten Individuen wurden Blattaustrieb, Blühintensität, Fruktifikation und Vitalität in bisher sechs Beobachtungsjahren bonitiert. Mittels Datenlogger wurden auf allen Flächen stündliche

Wetterdaten aufgezeichnet. Daraus lassen sich z. B. lokale abiotische Einwirkungen (z. B. Spätfröste) identifizieren, die Auswirkungen auf Vitalität und Reproduktionsgeschehen von Individuen haben.

Bei der Analyse der phänologischen Daten werden sowohl Trends als auch Reaktionen auf die Temperatur bestimmt und zusätzlich der Einfluss von Extremereignissen (u. a. Spätfröste) betrachtet. Die Analyse der reproduktionsökologischen Daten wird eine tiefere Beurteilung der räumlichen/zeitlichen Synchronität und der Intensität von Mastjahren ermöglichen. Da der Klimawandel möglicherweise zu einem häufigeren Auftreten von Mastjahren führt, sind dabei besonders die wärmebegünstigten GenMon-Standorte interessant und der Vergleich der dortigen reproduktionsökologischen Besonderheiten mit denen der kühleren Lagen.

Für die Forstpraxis, insbesondere für die Waldverjüngung, sind aktuelle Kenntnisse über die zeitliche und regionale Saatgutverfügbarkeit die Voraussetzung für Waldbau über Naturverjüngung und Pflanzenproduktion in Forstbaumschulen. Hierzu gehören auch Kenntnisse über Prozesse, die z. B. zum Ausbleiben bzw. zur Vernichtung von Blüte und Früchten führen. Häufig wird seitens der Gesellschaft die Forderung erhoben, die Waldverjüngung z. B. für den Waldbau stärker zu forcieren. Dabei wird übersehen, dass eine Reihe von Baumarten nur sporadisch fruktifizieren. Die Verfügbarkeit von Saatgut wird über das Monitoring retrospektiv dokumentiert und bietet eine Erklärungshilfe.

Dr. Barbara Fussi, AWG

## Dänische Saatgutfirma besucht das AWG

Das bayerische Amt für Waldgenetik (AWG) pflegt Kontakte zu Forschungseinrichtungen und Saatgutfirmen in ganz Europa. Vertreter der renommierten dänischen Firma LEVINSEN besuchten nun das AWG. Das wichtigste Thema beim Besuch war die Sicherung der Saatgutversorgung für die Zukunft der Wälder Europas. Ulrik Kejser Nyvold, Inhaber und Verkaufsleiter, sowie sein Kollege Bent Johansen sprachen mit Wissenschaftlern des AWG über aktuelle Themen wie die Anpassung der Wälder im Klimawandel, die Produktion von hochwertigem und herkunftssicherem Saatgut und über den Aufbau und die Pflege von Samenplantagen.

Die Firma LEVINSEN vermarktet Saatgut von Qualitätspflanzen für die Forstwirtschaft und den Garten- und Landschaftsbau und ist spezialisiert auf herkunftsgesichertes Qualitätssaatgut. Zu den wichtigsten Dienstleistungen gehören die Stra-

tifizierung (Überwindung der Keimhemmung), die Pilzbehandlung sowie die spezielle Lagerung empfindlichen Saatguts. Dr. Muhidin Šeho vom AWG stellte den Gästen verschiedene Arbeiten des AWG wie zum Beispiel das Samenplantagenprogramm, die Bayerischen Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen und die Herkunftskontrolle mit Hilfe genetischer Marker vor.

Alle Beteiligten waren sich schnell einig, dass der Waldumbau zu klimaresilienten Mischwäldern beim hochwertigen und herkunftssicheren Vermehrungsgut beginnt. Dr. Joachim Hamberger, Leiter des AWG, stellte heraus, dass Samenplantagen zunehmend eine wichtige Rolle spielen und zukünftig stärker genutzt werden sollten. Der Zugang zu forstlichem Vermehrungsgut sollte über die Landesgrenzen möglich sein. Er begrüßte die Kooperation mit der Firma LEVINSEN, die Saatgut der kalabrischen



v.l.n.r.: Ulrik Kejser Nyvold (Inhaber der Firma LEVINSEN), Daniel Glas (betreut die Samenplantagen am AWG), Bent Johansen (Firma LEVINSEN), Dr. Muhidin Šeho (SGL am AWG) und Dr. Joachim Hamberger (Leiter des AWG) Foto: A. Zaiser, AWG

Tanne aus dänischen Samenplantagen ans AWG geliefert hat. Aus diesem Saatgut werden nach der Verschulung hochwertige Pflanzen, die für Praxisanbauversuche in Bayern bereitgestellt werden. Damit sollen wichtige Anbauerfahrungen einer süditalienischen Weißtannen-Herkunft unter den neuen klimatischen Bedingungen in Bayern gesammelt werden.

Dr. Muhidin Šeho, AWG

## Genetische Vielfalt für die Anpassungsfähigkeit der Wälder

Die genetische Vielfalt ist einer der Schlüssel, damit Arten sich anpassen und überleben können und sie ist Voraussetzung dafür, dass sich Pflanzen und Tiere anpassen können, wenn sich die Umwelt verändert. Ansonsten droht das lokale Aussterben der Art. Die globale Erwärmung übt großen Druck auf viele Arten in Europa aus. Durch ein intensiveres Monitoring könnten Gebiete und die entsprechenden Lebensräume identifiziert werden, in denen die genetische Vielfalt besonders geschützt werden muss.

Die Erhaltung des Waldes und die nachhaltige Sicherung der Waldfunktionen in Natur- und Wirtschaftswäldern sind Ziele einer Reihe von Monitoring-Programmen in Waldökosystemen auf nationaler und internationaler Ebene. Obwohl sich alle baumbezogenen Merkmale (Schadsymptome, Wachstum, Mortalität etc.) aus der gemeinsamen Wirkung von Umwelt und Genotyp ergeben, wird die genetische Ebene als essentielle Grundlage der Anpassungsfähigkeit im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings bisher nur unzureichend berücksichtigt. Der Klimawandel hat großen Einfluss auf die Weitergabe von Genen und damit auf die genetische Vielfalt der nächsten Waldgeneration.

Forschende des AWG beteiligten sich an einer internationalen Studie zur Überwachung der genetischen Vielfalt und Biodiversität in Europa (Pearman et al. 2024). Die Ergebnisse wurden in der renommierten Zeitschrift Nature Ecology & Evolution veröffentlicht und zeigen, dass entsprechende Bemü-

hungen in Europa unvollständig sind und ergänzt werden müssen. In der Studie erfassten 52 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 31 Ländern alle Monitoringprogramme in Europa, bei denen langfristig und wiederholt die genetische Vielfalt erhoben wird.

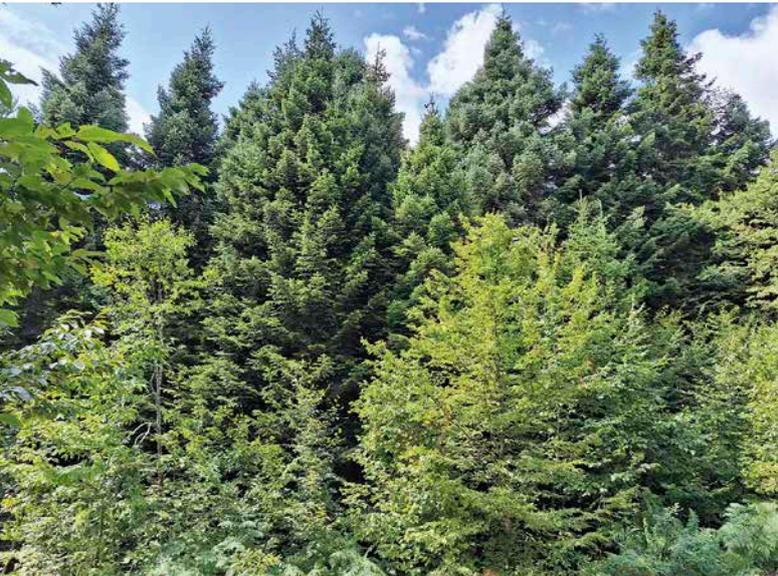
Deshalb bemüht sich das AWG seit etwa 20 Jahren um das deutschlandweite genetische Monitoring bei Waldbäumen. Leider ist die langfristige Finanzierung dieser Untersuchungen immer noch nicht gesichert. Bisher beteiligte sich das AWG am europäischen Projekt »Lifegenmon« und koordinierte das deutschlandweite Projekt »GenMon«. Aus letzterem berichtet eine aktuelle Studie über die Weitergabe der genetischen Vielfalt an die Nachkommen in zwölf deutschen Buchen- und zehn Fichtenbeständen (Liesebach et al. 2024). Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Beständen und den Generationen. Die Naturverjüngung ist dabei ähnlich zu den Altbäumen, während die Samenproben einen deutlichen Flaschenhalseffekt aufweisen. Diese wurden nur von 20 Bäumen geerntet. Die Anzahl der Bäume ist zu gering, um die genetische Vielfalt des Bestandes abzubilden. Aus diesen Ergebnissen lassen sich Schlussfolgerungen für ein nachhaltiges Naturverjüngungsmanagement in Waldbeständen, für die Zulassung von Saatgutbeständen und eine angemessene Saatguternte ableiten. So empfehlen wir zum Beispiel, dass je nach Baumart von mindestens 40–80 Bäumen je Bestand Saatgut gewonnen werden soll.

Dr. Barbara Fussi, AWG

Bäume (hier Rotbuche) blühen und treiben nach bestimmten Licht- und Wärmekriterien aus. Das ist genetisch bedingt.



Spätfröste, Wintereinbrüche, aber auch extrem warme und trockene Frühjahrestemperaturen während der sensiblen Austriebsphase wirken sich auf die Vitalität der Bäume aus. Fotos: D. Kavaliauskas, AWG



Vitaler Nordmantannenbestand in Georgien Foto: J. Hamberger, AWG



Orientbuchenbestand bei Gorisa, Georgien. Foto: J. Hamberger, AWG

## Georgien: reich an Baumarten, vielfältig an Wäldern

Georgien, ein Land von großer botanischer Vielfalt. Das Klima reicht von den wintermilden und sommerheißen Regionen des Schwarzen Meeres bis zu den alpinen Bedingungen im Kaukasus. Auch die Niederschlagsmuster variieren entsprechend stark.

Georgien beherbergt eine Vielzahl von Wald-Ökosystemen: von subtropischen Regenwäldern an der Küste des Schwarzen Meeres bis zu alpinen Wäldern in den Hochlagen des Kaukasus. Es finden sich viele endemische Arten, die sich jahrtausendlang an die speziellen Bedingungen angepasst haben: Tannen, Hainbuchen, Eschen, Pappeln, Eichen, Orientbuchen und Baumhaseln. Besonders faszinierend ist die kulturelle Geschichte der Baumhasel, die einst zur Herstellung mächtiger Weintröge genutzt wurde. Heute sind diese Bäume allerdings sehr rar geworden.

Für uns in Bayern sind vor allem Arten interessant, die mit unseren künftigen Standortbedingungen zurechtkommen und die auch noch wirtschaftlich interessant für Waldbesitzer sind. Vor allem Baumhasel, Orientbuche und Nordmantanne scheinen diesen Erwartungen zu entsprechen.

Das AWG hat Orientbuchen und Nordmantannen in Georgien genetisch beprobt und hat bzw. wird Saatgut genau dieser Bestände erwerben, um es für weitere Forschungszwecke und Anbauversuche zu verwenden. In Herkunftsversuchen in Bayern sollen diese Bäume getestet werden, die aus einer deutlich wärmeren und trockeneren Gegend stammen. Diese Versuche werden wichtige Erkenntnisse über die Anpassungsfähigkeit und die Klimaresilienz dieser Arten liefern und welche Rolle ihre genetische Vielfalt dabei spielt.

Trotz des reichen botanischen Erbes steht Georgien vor großen forstlichen Herausforderungen. Der Mangel an Baumschulen und die fehlende Nachzucht von Baumhaseln stellt ein ernsthaftes Problem dar. Die Verbindung der uralten weltweit bekannten Weintradition mit der Wiederaufforstung von Baumhaseln wäre ein Ansatz, der sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Chancen böte.

Dr. Joachim Hamberger, AWG

### Orientbuche (*Fagus orientalis*):

Die Orientbuche ist in den Wäldern Georgiens weit verbreitet. Diese Art zeichnet sich durch ihre Fähigkeit aus, in verschiedenen klimatischen Bedingungen zu gedeihen. Sie ist besonders in den Laubholzwäldern Georgiens anzutreffen und spielt eine wichtige Rolle im Ökosystem des Landes. Sie liefert hochwertiges Holz und bietet Lebensraum für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten.

### 2. Baumhasel (*Corylus colurna*):

Die Baumhasel ist eine markante Baumart Georgiens. Früher wurden besonders dicke Baumhaseln zur Herstellung von Weintrögen verwendet, heute sind sie aufgrund ihrer Seltenheit zu einem Symbol für den Schutz der natürlichen Lebensräume geworden. In Georgien sind Baumhaseln nur noch vereinzelt anzutreffen, insbesondere in unzugänglichen Urwäldern.

### 3. Nordmantanne (*Abies nordmanniana*):

Die Nordmantanne, benannt nach einem finnischen Biologen, ist in den Gebirgswäldern Georgiens häufig anzutreffen. In Lagen von 800 m bis 2200 m fühlt sie sich im Kaukasus besonders wohl. Die Nordmantanne hat ein wertvolles Holz mit ähnlichen Eigenschaften wie die Fichte (Festigkeit, Härte und Verarbeitbarkeit). Da sie als Weihnachtsbaum geschätzt wird, werden viele Bestände für den europäischen Markt beerntet. Damit ist sie auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Region.

## Klimasensitivität von Forstgenressourcen heimischer Eichen – sensFORoak

Mit zunehmenden Dürreschäden in der Forstwirtschaft steigt die Nachfrage aus der Forstpraxis nach klimaplastischen Baumarten und Herkünften. Bei weiter steigenden Temperaturen und abnehmenden Sommerniederschlägen gewinnen die Eichenarten aufgrund ihrer überwiegend hohen Trockenheitstoleranz vermehrt an Bedeutung. Aus diesem Grund wird der Flächenanteil zunehmen und sich das Verhältnis der verschiedenen Eichenarten weiter ändern. Als Entscheidungsgrundlage für einen Baumartenwechsel ist die Kenntnis über das Anpassungspotential mit Hilfe klimaplastischer Herkünfte unabdingbar. Im Rahmen des sensFORoak Projektes wird durch eine Kombination von ökologischen Nischenmodellen (ENM) mit Methoden der dendroökologischen Resilienzforschung und der ökologischen Genetik der Einfluss des Klimawandels auf die zugelassenen Saatguterntebestände von Eichen in Süddeutschland und dem näheren Ausland ermittelt. Das Projekt wird durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus gefördert.

### Projektziele

Das Ziel des Projektes ist die Ermittlung der Klimasensitivität von potenziellen Forstgenressourcen heimischer Eichenarten in Deutschland. Langfristig soll klimatolerantes Vermehrungsgut der drei heimischen Eichenarten (Trauben-, Stiel- und Flaumeiche) identifiziert und für die Praxis nachhaltig bereitgestellt werden. Dazu werden folgende Teilaufgaben bearbeitet:

1. Suche nach potenziell klimaplastischen Saatguterntebeständen der drei Eichenarten in Bayern anhand von Daten zum Standort und von Nischenmodellen sowie aus dem Erntezulassungsregister und der Forsteinrichtung.
2. Auswahl und Beprobung entsprechender Bestände aus dem Erntezulassungsregister und ggf. darüber hinaus im Staats-, Körperschafts- und Privatwald entlang eines definierten Standortgradienten.
3. Untersuchung und Charakterisierung der Bestände mit modernen Verfahren der Dendroökologie und Genetik.

### Projektpartner

- TU München-Lehrstuhl für Waldwachstumskunde (TUM)
- FVA Freiburg-Abteilung für Waldnaturschutz (FVA)
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
- Bayerische Staatsforsten a.ö.R (BaySF)

### Vorgehen

Im Fokus liegt die Untersuchung der Anpassungsfähigkeit von zukünftig zunehmenden eichenbetonten Wäldern (Trauben-, Stiel- und Flaumeiche) und die Identifikation von klimaplastischen Herkünften. Dazu werden zugelassene Saatguterntebestände im In- und angrenzenden Ausland untersucht. Die Untersuchungsbestände werden entlang definierter Umweltgradienten ausgewählt. Neben dem Klimagradienten wird auch der Basengradient von armen bis reichen Standorten berücksichtigt. Der Klimaraum wird in einen Optimum-, Intermediär- und einen Marginalbereich des künftigen Vorkommens aufgeteilt. Hierbei wird ein moderates Temperaturerhöhungsszenario unterstellt. Um die Verknüpfung von Trockenstressreaktion und genetischer Ausstattung von Bäumen voranzutreiben und auszuweiten, soll im beantragten Projekt eine übergreifende Auswertung genetischer, standörtlicher und dendroökologischer Daten durchgeführt werden. Wäh-



Eicheln der Flaumeiche. Foto: R. Stüwe, AWG



Möglicher Plusbaum einer Stieleiche mit ausgezeichneter Stammqualität. Foto: M. Šeho, AWG

rend der dreijährigen Projektlaufzeit (01.01.2024–31.12.2026) werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Abschätzung der Vulnerabilität eichenbetonter Wälder gegenüber dem Klimawandel und Aussagen zur künftigen Eignung von forstlichem Vermehrungsgut,
- Bewertung der Bestände hinsichtlich der Kriterien Resilienz, räumlich-genetischer Strukturen, genetischer Vielfalt und Diversität,
- Assoziation von individuellen Wachstumsreaktionen auf Trockenstress mit ausgewählten SNP-Genotypen,
- Erarbeitung von Erkenntnissen über die Wechselwirkung zwischen Kronen- und Bestandesstruktur und provenienzabhängiger Trockenheitstoleranz von Stiel-, Trauben- und Flaumeiche und ihre jeweilige Modifikation durch Standortbedingungen,
- Aufklärung über die provenienzabhängige Trockenheitsresilienz der verschiedenen Eichenarten,
- Erarbeitung von Empfehlungen für die Zulassung von klimaplastischen Saatguterntebeständen auf marginalen Standorten,
- Erarbeitung von Vorschlägen für die Aktualisierung von Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen.

Durch Fortschritte in den einzelnen Disziplinen sowie die Kombination moderner Methoden wird die Frage nach geeigneten und klimaplastischen Herkünften im Klimawandel künftig immer präziser beantwortet werden können. Durch das beantragte bayerische Vorhaben können die Datenbasis und die Erkenntnisse für Bayern erheblich verbreitert werden.

Dr. Muhidin Šeho, AWG