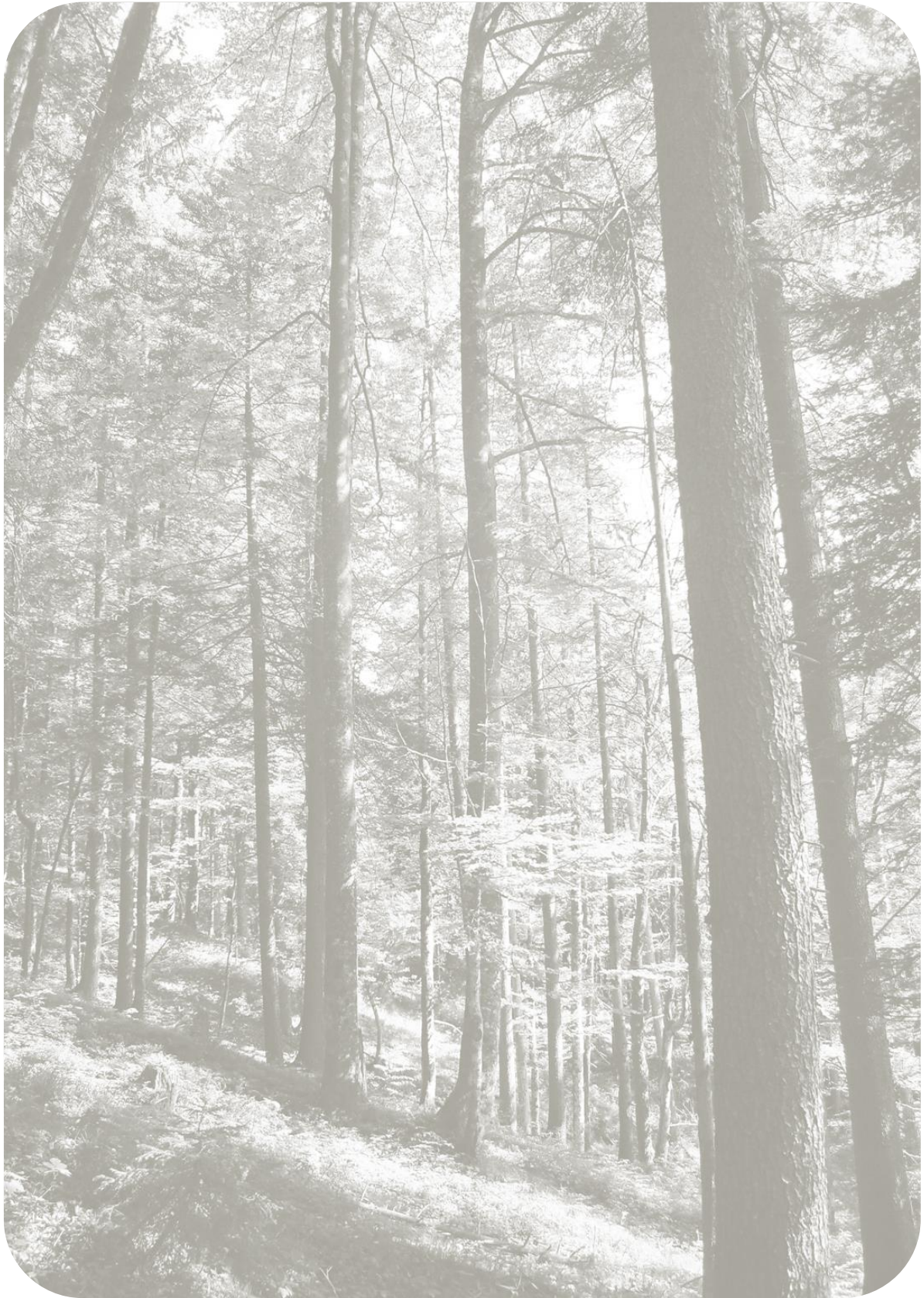


**KONZEPT ZUM ERHALT UND
ZUR NACHHALTIGEN
NUTZUNG FORSTLICHER
GENRESSOURCEN IN BAYERN**



www.forst.bayern.de

BAYERISCHE 
FORSTVERWALTUNG

IdeenReich.Wald

**KONZEPT ZUM ERHALT UND ZUR
NACHHALTIGEN NUTZUNG FORSTLICHER
GENRESSOURCEN IN BAYERN**

Erweiterte Version mit Arbeitsanleitungen



BAYERISCHES AMT
FÜR FORSTLICHE SAAT-
UND PFLANZENZUCHT

BAYERISCHE 
FORSTVERWALTUNG

IdeenReich.Wald

IMPRESSUM

Herausgeber	Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) Forstamtsplatz 1 83317 Teisendorf poststelle@asp.bayern.de www.asp.bayern.de info@stmelf.bayern.de www.stmelf.bayern.de
Editoren	Dr. Monika Konnert Daniel Müller Dr. Roland Baier Gerhard Huber Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)
Layout	Karin Gruber
Stand	September 2015

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	5
Konzept zum Erhalt und zur nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in Bayern	7
1 ALLGEMEINER TEIL	7
1.1 BEDEUTUNG DER GENETISCHEN VIelfALT	7
1.2 FORSTLICHE GENRESSOURCEN UND IHRE GEFÄHRDUNGEN	8
1.3 ERHALTUNGSMASSNAHMEN	11
2 NATIONALE UND INTERNATIONALE INITIATIVEN FÜR DEN SCHUTZ FORST-GENETISCHER RESSOURCEN	15
2.1 INTERNATIONALE INITIATIVEN	15
2.2 NATIONALE INITIATIVEN UND GESETZLICHE REGELUNGEN	18
3 GENERHALTUNG IM RAHMEN EINER NATURNAHEN WALDWIRTSCHAFT	21
3.1 WALDVERJÜNGUNG	23
3.2 PFLEGEINGRIFFE / DURCHFORSTUNGSSTRATEGIEN / HOLZNUTZUNG	25
3.3 BEREITSTELLUNG DER ERNTEBASIS FÜR HOCHWERTIGES FORSTVERMEHRUNGSGUT	25
3.4 FORSTGENRESSOURCEN IN NATURWALDRESERVATEN UND NATIONALPARKS	27
4 GEZIELTE MASSNAHMEN ZUM ERHALT FORSTLICHER GENRESSOURCEN IN BAYERN	30
4.1 FESTLEGUNG VON GENERHALTUNGSZONEN	30
4.2 FESTLEGUNG VON HANDLUNGSSCHWERPUNKTEN AUF ARTEBENE	33
4.3 BEWERTUNG VON ERHALTUNGSWÜRDIGKEIT UND –DRINGLICHKEIT VON GENERHALTUNGSOBJEKTEN	37
5 IN-SITU-ERHALTUNG AUSGEWÄHLTER VORKOMMEN	39
5.1 KRITERIEN ZUR AUSWAHL VON GENERHALTUNGSBESTÄNDEN	40
5.2 KRITERIEN ZUR AUSWAHL VON KLEINVORKOMMEN	42
5.3 BESTIMMUNG DER GENETISCHEN STRUKTUR VON GENERHALTUNGSOBJEKTEN	42
5.4 MASSNAHMEN BEI IN-SITU-GENERHALTUNGSOBJEKTEN	42
6 EX-SITU-MASSNAHMEN	45
6.1 EX-SITU-GENERHALTUNGSBESTÄNDE	45
6.2 ERHALTUNGSSAMENPLANTAGEN	48

6.3	KLONARCHIVE UND MUTTERQUARTIERE	50
6.4	LANGFRISTIGE SAATGUTEINLAGERUNG	52
7	SELTENE BAUMARTEN	58
7.1	ERFASSUNG UND EVALUIERUNG SELTENER BAUMARTEN IN BAYERN	58
7.2	MASSNAHMEN ZUM ERHALT SELTENER BAUMARTEN	60
8	BEGLEITENDE MASSNAHMEN ZUR FORSTLICHEN GENERHALTUNG	66
8.1	DATENERFASSUNG UND DATENBEREITSTELLUNG	66
8.2	GENETISCHES LANGZEITMONITORING	67
8.3	UNTERSUCHUNG VON GENERHALTUNGSOBJEKTEN IM GENETISCHEN LABOR	68
	GLOSSAR	71
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	75
	ANLEITUNG ZUR ERFASSUNG POTENTIELLER GENERHALTUNGSOBJEKTE ALS GRUNDLAGE ZU DEREN AUSWEISUNG	76
	HANDLUNGSANWEISUNG ZUR LANGFRISTIGEN SAATGUTLAGERUNG IN DER FORSTLICHEN GENBANK BAYERN	79
	LITERATURVERZEICHNIS	82
	Sachstandsbericht	86
1	NACHHALTIGE BEWIRTSCHAFTUNG FORSTLICHER GENRESSOURCEN IN DER PRAXIS	86
1.1	PRIVATWALD	86
1.2	STAATSWALD	86
1.3	BEREITSTELLUNG DER ERNTEBASIS FÜR HOCHWERTIGES FORSTVERMEHRUNGSGUT	87
2	STAND DER UMSETZUNG GEZIELTER MASSNAHMEN ZUR GENERHALTUNG IN BAYERN	90
2.1	<i>EX-SITU</i> -GENERHALTUNGSBESTÄNDE	90
2.2	ERHALTUNGSSAMENPLANTAGEN	91
2.3	KLONARCHIVE UND MUTTERQUARTIERE	94
2.4	LANGFRISTIGE SAATGUTEINLAGERUNG	97
3	DURCHGEFÜHRTE MASSNAHMEN BEI SELTENEN BAUMARTEN	98
4	BEGLEITENDE MASSNAHMEN ZUR FORSTLICHEN GENERHALTUNG	102
4.1	GENETISCHES LANGZEITMONITORING	102
4.2	GENETISCHE LABORUNTERSUCHUNGEN	103

EINLEITUNG

Wälder und der darin wachsende wertvolle Rohstoff Holz sind für unsere Gesellschaft von großer Bedeutung. Sie sind Lebensraum vieler Tier- und Pflanzenarten, schützen vor Naturgefahren, bieten Erholungsraum, sind Wirtschaftsmotor und aktiver Klimaschutz zugleich. Eine jahrhundertelange Nutzung der Wälder durch den Menschen hat aber zu einer Überprägung der Waldökosysteme geführt. Eingriffe in die räumliche Verteilung und Artenzusammensetzung von Wäldern haben auch deren genetische Strukturen im Laufe der Zeit stark beeinflusst.

Um auf veränderte Umweltbedingungen reagieren zu können, sind ortsgebundene Organismen mit langen Lebenszyklen wie unsere Bäume in besonderem Maß darauf angewiesen, sich an diese Veränderungen anpassen zu können. Die Grundlage für die Anpassungsfähigkeit liegt in der genetischen Vielfalt der Wälder begründet. Vor dem Hintergrund des voranschreitenden Klimawandels sind daher die Anpassungsfähigkeit und damit der Erhalt forstlicher Genressourcen von entscheidender Bedeutung für die Stabilität und den ökonomischen Erfolg unserer Wälder. Das vorliegende Konzept fasst die Maßnahmen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in Bayern zusammen und bildet gleichzeitig die Grundlage für ihre Umsetzung, um die vielfältigen Funktionen unserer Wälder auch für zukünftige Generationen zu sichern. Das erprobte Grundprinzip der Bayerischen Forstwirtschaft „Schützen und Nutzen“ und die forstliche Nachhaltigkeit werden damit um einen weiteren Baustein ergänzt.

Die Erhaltung forstlicher Genressourcen erfolgt in Bayern in Anlehnung an das „Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland“ (PAUL et al. 2000) und an das „Europäische Programm Forstliche Genressourcen“ (European Forest Genetic Resources Programme EUFORGEN, www.euforgen.org).

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)

Mit der Gründung des Bayerischen Amtes für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) im Jahre 1964 war in Bayern erstmals eine zweckmäßige Organisationsform geschaffen worden, um die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Forstsamenkunde und Forstpflanzenzüchtung in die Praxis zu bringen. Seit 2005 wird am ASP der gesamte Themenkomplex „Forstvermehrungsgut/Forstgenressourcen“ bearbeitet. Dazu gehören die hoheitlichen Aufgaben nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG), der Feldversuchsbereich mit Herkunftsversuchen, Nachkommenschaftsprüfungen und Versuchsgarten, die laborgenetische Forschung, die forstliche Saatgutprüfung in Bayern, das bayerische forstliche Generhaltungsprogramm mit Genbank und Samenplantagen.

Die Zusammenführung dieser Aufgaben an einer Stelle hat erkennbar positive Auswirkungen für die Forstverwaltung und die Forstpraxis, für die Baumschulbranche und den Waldbesitz.



Konzept zum Erhalt und zur nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in Bayern

1 ALLGEMEINER TEIL

1.1 Bedeutung der genetischen Vielfalt

Wälder sind Ökosysteme mit großer Vielfalt an Lebensräumen und Arten sowie mit hoher genetischer Vielfalt. Die Verschiedenheit der genetischen Ausstattung der Bäume eines Bestandes, d.h. die genetische Vielfalt macht es möglich, dass sich Waldbaumpopulationen über genetische Prozesse wie Migration, Genfluss und natürliche Auslese laufend an neue Bedingungen anpassen können. Aus dem vorhandenen Genpool werden sich im Laufe des Selektionsprozesses diejenigen Genotypen durchsetzen, die unter den jeweils gegebenen Umweltbedingungen am anpassungsfähigsten sind. Daher brauchen Wälder, wenn sie für die Zukunft fit sein sollen, eine hohe genetische Vielfalt. Es muss alles unternommen werden, um das vorhandene genetische Potential in unseren Wäldern langfristig zu bewahren und dort, wo es bereits eingeengt ist, gezielt anzureichern.

Die Erhaltung der genetischen Vielfalt ist von großer Bedeutung aus:

➤ **Ökologischen Gründen**

Die genetische Vielfalt ist die Grundlage für die Anpassungsfähigkeit des Ökosystems Wald an Umweltbedingungen, die sowohl räumlich wie zeitlich Änderungen unterworfen sind. Gleichzeitig ist sie Grundlage für die Arten- und Ökosystemvielfalt.

➤ **Ökonomischen Gründen**

Die Leistungen unserer Wälder, zum Beispiel in Form des wertvollen Rohstoffes Holz sind heute und in Zukunft von herausragender Bedeutung für die Gesellschaft. Die genetische Vielfalt ist die Grundlage dafür, dass diese Leistungen auch

unter veränderten Umweltbedingungen oder sich wandelnden Ansprüchen dauerhaft zur Verfügung stehen. Der Erhalt der genetischen Vielfalt ist deshalb Voraussetzung für eine nachhaltige, leistungsfähige, verlässliche und multifunktionale Forstwirtschaft.

➤ **Ethischen Gründen**

Die genetische Vielfalt ist Garantie dafür, dass auch zukünftige Generationen die Ökosysteme, Arten und Populationen in ihrer gesamten Vielfalt erleben können.



Abb. 1: Die Bedeutung der genetischen Vielfalt in unseren Wäldern zeigt sich in deren zahlreichen Funktionen wie z.B. dem Erhalt der Artenvielfalt, der Produktion des wertvollen Rohstoffs Holz, der Erholungsfunktion etc. (Foto: ASP)

1.2 Forstliche Genressourcen und ihre Gefährdungen

Unter genetischen Ressourcen versteht man „das genetische Material, d.h. das Erbmateriale, das für den Menschen nutzbar ist oder nutzbar sein könnte“ (Definition des deutschen Referenzzentrums für Ethik in den Biowissenschaften).

Forstgenetische Ressourcen sind als Träger der funktionalen Erbinheiten der Bäume ein elementarer Bestandteil der natürlichen Ressourcen von Waldökosystemen und Grundlage für deren Produktivität und Stabilität.

Die genetische Zusammensetzung der heutigen Wälder in Mitteleuropa, d.h. die Zusammensetzung ihrer Erbanlagen resultiert aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher Prozesse und Faktoren, wie dem eiszeitlichen Refugialverhalten und der nach-eiszeitlichen Rückwanderungsgeschichte (z.B. GUGERLI und SPERISEN 2010, KONNERT und BERGMANN 1995), der natürlichen Auslese und den Eingriffen des Menschen in das Ökosystem Wald (z.B. KONNERT et al. 2007, FINKELDEY 2010). Vor allem Letztere haben in jüngerer Erdgeschichte stark zugenommen, sei es in Form von direkter Einflussnahme durch Bewirtschaftung oder als Folge von anthropogenen Umweltveränderungen. Die Einflüsse auf den Wald sind vielfältiger Natur, sodass hier nur eine Auswahl der wichtigsten Faktoren angegeben werden kann.

Intensive forstliche Nutzung

Großflächige Nutzungen wie Kahlschläge und Rodungen, zum Beispiel bei der Umwandlung von Wald in Ackerland, dem Siedlungsbau, sowie der Inanspruchnahme für Gewerbe, Industrie und Verkehr, haben in rückliegenden Jahrhunderten zu umfanglichem Waldverlust und damit auch zum Verlust forstgenetischer Ressourcen geführt.

Zersiedelung (Fragmentierung) der Landschaften

Neben dem direkten Verlust von lokalen Populationen führt der steigende räumliche Abstand zwischen Populationen z.B. infolge von Zersiedelung zu einer Gefährdung der genetischen Ressourcen. Die Verinselung von Populationen bedeutet eine Einschränkung des zum Erhalt der genetischen Vielfalt erforderlichen genetischen Austausches (Genfluss). Wiederaufforstungen können dies nur bedingt ausgleichen, da die verlorenen, oft lokal angepassten Populationen nur unzureichend in ihrer Vielfalt wiederhergestellt werden können.

Immissionen

In den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts traten bedingt durch Luftverschmutzung infolge von Industrieemissionen großflächig die sog. „neuartigen Waldschäden“ auf. Sie zeigten sich bei den Waldbäumen in massiven Blatt- und Nadelverlusten bis hin zu flächigen Absterbe-Erscheinungen.

Die dadurch in Gang gesetzten Selektionsvorgänge haben sich auch auf die genetische Vielfalt ausgewirkt (z.B. MÜLLER-STARCK 1993). Immissionen können dabei sowohl direkt auf die Bäume wirken, als auch indirekt über Bodenveränderungen, die die Umweltbedingungen und Konkurrenzverhältnisse verschieben. Beides kann Veränderungen der genetischen Strukturen der Waldbaumpopulationen zur Folge haben.

Klimaänderungen

Umfang und Auswirkungen der prognostizierten anthropogen verursachten Klimaveränderungen auf Bäume und Sträucher, beispielsweise durch globale Erwärmung oder erhöhte UV-Strahlung, sind derzeit noch unklar. Die Geschwindigkeit, mit der die Klimaveränderung momentan voranschreitet, erschwert die Anpassung, da natürliche genetische Prozesse deutlich langsamer ablaufen. Genetische Strukturen sind umso stärker gefährdet, je weniger Zeit den Arten zur Anpassung bleibt.

Eingriffe in den Wasserhaushalt

Vernässung oder Absenkung des Grundwasserspiegels können zu Ökosystemveränderungen führen, welche durch Veränderung der Standortfaktoren Selektion bedingen, mit direkten Auswirkungen auf die genetische Zusammensetzung von Waldökosystemen.

Biotische und abiotische Schadereignisse

Großflächige biotische und abiotische Schadereignisse, wie Kalamitäten durch Insekten, Pilzkrankheiten und Kleinsäuger, sowie Schäden durch Sturm, Schnee oder Feuer können zum Absterben von Bäumen und damit zum Verlust genetischer Information führen.

Wildbestände

Unangepasste Wildbestände können genetische Ressourcen gefährden, wenn sie zu einer unverhältnismäßig großen Reduktion der effektiven Populationsgröße und damit zu Drifteffekten führen. Insbesondere seltene und verbissgefährdete Baumarten geraten durch zu hohen Wilddruck gegenüber toleranteren Baumarten ins Hintertreffen.



Abb. 2: Insekten, wie hier die Raupe des Mondflecks (*Phalera bucephala*) können, wenn sie in größerer Zahl auftreten (Kalamität) zum Absterben von einzelnen Bäumen, aber auch ganzen Beständen führen (Foto: Randolph Schirmer, ASP)

1.3 Erhaltungsmaßnahmen

Oberstes Ziel von Generhaltungsstrategien bei Waldökosystemen muss die Erhaltung der genetischen Information am Ort ihres Vorkommens über möglichst viele Waldgenerationen hinweg sein. Die Entwicklung von Populationen an ihrem Ursprungsort hat langfristig zu einer Anpassung an die dort herrschenden Bedingungen geführt. Die Resistenz einer Population gegen äußere Einwirkungen, sowie die Resilienz, also die Eigenschaft nach einem solchen Ereignis den ursprünglichen Zustand wieder zu erlangen, sind eng mit dieser Entwicklung verknüpft.

Eine nachhaltige, naturnahe Waldwirtschaft lässt in weiten Teilen von Natur aus ablaufende Vorgänge zu. Auf lokaler Ebene können jedoch limitierende Faktoren auftreten (siehe Kap. 2.2), welche die natürlichen Prozesse stören und so die genetische

Vielfalt gefährden. In diesem Fall sind gezielte Maßnahmen zum Erhalt der genetischen Vielfalt notwendig.

Die Wahl der richtigen Erhaltungsmaßnahme ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Unterschiede in der Biologie (z.B. hohe bzw. geringe Reproduktionsrate, Vermehrungsbiologie, Lagerfähigkeit des Saatgutes), dem Entwicklungszustand (z.B. Alter des Ausgangsbestandes, demographische Struktur, Fruktifikation) und der Populationsgröße haben genauso Einfluss wie technische Möglichkeiten (z.B. langfristige Saatgutlagerung in einer Genbank). Darüber hinaus müssen Erhaltungsmaßnahmen grundsätzlich auch mit den Zielvorstellungen der Waldbesitzer/-innen in Einklang gebracht werden.

***In-situ*-Erhaltung**

Unter *in-situ*-Maßnahmen werden alle Erhaltungsmaßnahmen am Ort einer Genressource verstanden, und zwar:

- die Erhaltung der Genressource,
- die natürliche Verjüngung der Genressource, oder
- die künstliche Verjüngung mit ressourceneigenem Material.

In-situ-Maßnahmen haben den Vorteil, dass sie sich in die reguläre, sachgemäße forstliche Bewirtschaftung einbinden lassen. Man unterscheidet dabei zwischen Maßnahmen zur Erhaltung genetischer Ressourcen im Rahmen einer naturnahen Waldwirtschaft und der gezielten Ausweisung von Generhaltungsobjekten.

***Ex-situ*-Erhaltung**

Genressourcen, welche am Ort ihres Wachstums gefährdet sind, müssen abseits ihres Wuchsortes gesichert werden. Man spricht dann von *ex-situ*-Erhaltung. Diese erfolgt unter den Bedingungen eines natürlichen Ersatz-Standortes oder unter kontrollierten Bedingungen in Forstgenbanken.

Zu den *ex-situ*-Maßnahmen gehören:

- *ex-situ*-Erhaltungsbestände,
- Erhaltungssamenplantagen und Klonsammlungen,
- Einlagerung von Saatgut und Pollen,

- Lagerung von Pflanzen und Pflanzenteilen,
- permanente vegetative Vermehrung,
- permanente *in-vitro*-Vermehrung.



Abb. 3: Samen der Traubeneiche (Foto: ASP)

In der Bundesrepublik Deutschland werden die Tätigkeiten zur Erhaltung forstlicher Genressourcen seit 1985 von der Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht" (BLAG-FGR) koordiniert.

Die Gruppe wurde zu einem Zeitpunkt ins Leben gerufen, als die Waldschäden einen solchen Umfang angenommen hatten, dass bei manchen Baumarten ein Aussterben regional angepasster Populationen befürchtet werden musste. 1987 wurde von ihr das „Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland“ vorgelegt, als Maßnahmenkatalog zur Erhaltung der Genressourcen unserer Wälder.

Heute koordiniert die Gruppe die Umsetzung der Maßnahmen und Forschungsaktivitäten zur Erhaltung der genetischen Vielfalt der Wälder und nimmt gleichzeitig die Funktion eines Fachausschusses zur Erhaltung forstgenetischer Ressourcen in Deutschland wahr. Bayern ist über das ASP Mitglied der BLAG. Die Umsetzung der Vorgaben der BLAG-FGR obliegt den Ländern (weitere Informationen unter <http://blag-fgr.genres.de/>).



Abb. 4: Beerntung seltener Lärchenherkünfte zur Gewinnung von hochwertigem Saat- und Pflanzgut, sowie zur langfristigen Einlagerung in einer Genbank (Foto: ASP)

2 NATIONALE UND INTERNATIONALE INITIATIVEN FÜR DEN SCHUTZ FORST-GENETISCHER RESSOURCEN

Der Verlust der forstgenetischen Vielfalt und damit der Anpassungsfähigkeit der Wälder ist kein regionales, sondern ein globales Problem von hoher Komplexität. Dies zeigt sich auch in den zahlreichen nationalen und internationalen Initiativen zu diesem Thema, die sich in den zurückliegenden Jahren entwickelt haben. Deren Arbeit hat zu Übereinkünften, Vereinbarungen und gesetzlichen Festlegungen geführt, mit dem letztendlichen Ziel des Erhalts der Biodiversität auf allen Ebenen. Ihre zusammenfassende Vorstellung in diesem Konzept zeigt die Einbettung der bayerischen Aktivitäten in den überregionalen Rahmen.

2.1 Internationale Initiativen

Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD - *Convention on Biological Diversity*)

Das im Ergebnis der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen im Jahre 1992 in Rio de Janeiro erzielte Übereinkommen über die biologische Vielfalt behandelt die Bestimmung und Überwachung von Bestandteilen der biologischen Vielfalt, die für deren Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Bedeutung sind. Darunter fallen neben bestimmten Ökosystemen und Arten auch „Genome und Gene von sozialer, wissenschaftlicher oder wirtschaftlicher Bedeutung“. Die Staaten sind verpflichtet, diese genetischen Ressourcen zu erhalten und nachhaltig zu nutzen. Besonders zu berücksichtigen sind stark gefährdete Ressourcen.

Da dieser Aspekt in besonderer Weise auch die Wälder betrifft, wurde von der sechsten Vertragsstaatenkonferenz (COP-6) im Jahr 2002 das „Expanded programme of work on forest biological diversity“ innerhalb der CBD übernommen (CBD 2004). Darin wird die Erhaltung und der Schutz forstgenetischer Ressourcen als eigenes Ziel festgeschrieben und die Dringlichkeit nationaler Strategien und Aktionspläne zum Erhalt der forstgenetischen Diversität hervorgehoben.

Food and Agriculture Organization (FAO)

Das Forestry Department der FAO bewertet regelmäßig den Zustand der Wälder und erstellt Empfehlungen zu deren Bewirtschaftung. Dazu zählt auch die Erfassung der genetischen Ressourcen. Der zuletzt durch die FAO verfasste Bericht „The state of the worlds forest genetic resources – Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species“ (BOZZANO et al. 2014) stellt die Bedeutung der forstgenetischen Ressourcen bei der Bewirtschaftung der weltweiten Waldflächen jetzt und in Zukunft in den Vordergrund. Die Arbeit betont die Bedeutung der Erzeugung und den Einsatz von geprüftem, an den Standort angepassten Vermehrungsgut (Herkunftsnachweis) und den Erhalt von genetisch vielfältigen, lebensfähigen Populationen in Waldökosystemen, vor dem Hintergrund des Weltklimawandels.

Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE)

Die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE - Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) wurde 1990 als Plattform zum Schutz und zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder in Europa ins Leben gerufen.

Die Beschlüsse der inzwischen sechs Ministerkonferenzen sind derzeit in 46 Staaten, einschließlich aller EU-Mitgliedsländer gültig und prägen nachhaltig die Forstwirtschaft in den beteiligten Ländern.

Die Erhaltung forstgenetischer Ressourcen als Teil einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung wird in den folgenden Erklärungen und Beschlüssen der MCPFE thematisiert (MAYER und BUCK 2005):

- Resolution S2:
Erhaltung forstgenetischer Ressourcen, Straßburg 1990,
- Resolution H2:
Allgemeine Richtlinien für die Erhaltung und die Biodiversität europäischer Wälder, Helsinki 1993,
- Resolution L2, Criterion 4:
Pflege, Erhaltung und angemessene Steigerung der biologischen Diversität in Waldökosystemen, Lissabon 1998,
- Resolution V4:
Erhaltung und Steigerung waldbiologischer Diversität in Europa, Wien 2003,

- Wiener Deklaration des „Living forest summit“, Wien 2003,
- Deklaration von Warschau: „Forests for quality of life“, Warschau 2007.

Der in Warschau vorgelegte MCPFE-Bericht über nachhaltiges Waldmanagement in Europa (State of Europe's Forests 2007) enthält Informationen über Gebiete, die zur *in-situ*- und *ex-situ*-Erhaltung und zur Nutzung genetischer Ressourcen von Waldbäumen und für die Saatproduktion genutzt werden. Er zeigt die Notwendigkeit zur Intensivierung von Schutzmaßnahmen in den Randgebieten der natürlichen Verbreitung sowie bei verstreuten und isolierten Vorkommen seltener Baumarten (KÄTZEL und BECKER, 2014).

EUFORGEN

EUFORGEN ist das bedeutendste europäische Netzwerk-Programm zur Erhaltung forstlicher Genressourcen, an dem 34 europäische Länder beteiligt sind. Es wurde 1994 zur Implementierung der Straßburger Resolution S2 zur Erhaltung forstlicher Genressourcen von der ersten Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE) ins Leben gerufen.

Die von EUFORGEN zusammengeführten Daten und Informationen zu forstgenetischen Ressourcen in Europa sind wichtige Grundlagen für politisch-strategische Entscheidungen und Erhaltungsprogramme auf europäischer Ebene.

Das Amt für forstliche Saat und Pflanzenzucht beteiligt sich als Mitglied der Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht" (BLAG-FGR) aktiv an Projekten und Arbeitsgruppen von EUFORGEN.

EUFGIS - Europäisches Informationssystem für forstgenetische Ressourcen

EUFGIS ist ein Online-Informationssystem für forstgenetische Ressourcen in Europa. Es wurde als zentrale europäische Datenbank für forstgenetische Ressourcen von der europäischen Kommission auf der Grundlage der EU-VO (870/2004) gefördert. Das Projekt wurde in enger Kooperation mit EUFORGEN umgesetzt und wird von diesem weiter betreut. Der Eintrag von Generhaltungseinheiten in die Datenbank erfolgt auf freiwilliger Basis durch die teilnehmenden Länder, die vorgeschlagenen Objekte müssen aber festgelegte Mindestkriterien erfüllen.

Mit Stand 2015 waren in der Datenbank über 3.200 Erhaltungsbestände von 99 Baumarten aus 34 Ländern erfasst. Deutschland ist in der Datenbank derzeit mit 127 Er-

haltungsbeständen von 21 Baumarten vertreten. Darunter sind auch 34 Bestände von 15 Baumarten aus Bayern. Die gesammelten Informationen sind Grundlage für das forstgenetische Monitoring ausgewählter Objekte und unterstützen damit die praktische Umsetzung der Generhaltung in Europa.

2.2 Nationale Initiativen und gesetzliche Regelungen

Waldstrategie 2020

Die Waldstrategie 2020 befasst sich mit der großen Bedeutung der Wälder für Deutschland und betont u.a. auch die Notwendigkeit der Verbesserung ihrer biologischen Vielfalt und der Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Waldbewirtschaftung.

Durch die Umsetzung der Strategie soll in der Bevölkerung das notwendige Bewusstsein für die vielfältigen Funktionen des heimischen Waldes sowie für die Vorteile und Chancen einer nachhaltigen Forstwirtschaft für Klima, Natur und Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft geschaffen werden.

Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt

Zur Umsetzung des UN-Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (CBD) wurde 2007 in Deutschland die „Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt“ erarbeitet. Der Erhalt genetischer Ressourcen in ausreichender Menge und Qualität und deren nachhaltige Nutzung *in-situ* und *ex-situ* spielt darin eine wichtige Rolle.

Die nationale Strategie setzt auf eine bundeslandübergreifende Koordinierung der Maßnahmen. Im Rahmen der Nationalen Strategie wurden für unterschiedliche Bereiche Fachprogramme erstellt und Strategien zu deren Umsetzung aufgezeigt. Das von der BLAG erarbeitete Konzept zur „Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland“ (PAUL et al. 2000) ist das „Nationale Fachprogramm“ für den Wald.

Bayerische Biodiversitätsstrategie

Die Bayerische Biodiversitätsstrategie hat sich vier zentrale Punkte als Ziel gesetzt: Sicherung der Arten- und Sortenvielfalt, Erhaltung der Vielfalt der Lebensräume, Verbesserung der ökologischen Durchlässigkeit sowie Vermittlung und Vertiefung von

Umweltwissen. Bayern setzt auf die Zusammenarbeit der verschiedenen Interessengruppen und auf integrative Konzepte, die Schutz und nachhaltige Landnutzung berücksichtigen. Ein Handlungsschwerpunkt ist der Schutz der Arten- und Sortenvielfalt. Die kleinteilige Besitzstruktur in den Bayerischen Wäldern, die Versorgung mit standortgemäßem forstlichem Saat- und Pflanzgut sowie die vorbildliche Berücksichtigung der Belange der biologischen Vielfalt auf staatlichen Flächen sind Kernpunkte beim Erhalt der genetischen Vielfalt.

Waldgesetze des Bundes und der Länder

§ 1 des Bundeswaldgesetzes hebt die besondere Bedeutung von Wald für eine Vielzahl von Leistungen, darunter auch den Schutz des Naturhaushalts hervor. Die daraus abgeleitete gesetzliche Zielvorgabe umfasst die nachhaltige Bewirtschaftung von Wald, um diese Leistungen auch für zukünftige Generationen zu sichern. Der Erhalt der genetischen Ressourcen ist ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung dieses Ziels. Gleiches ergibt sich aus den Regelungen des Bundeswaldgesetzes zur Erhaltung (§ 9) und Bewirtschaftung des Waldes (§ 11).

Das Waldgesetz für Bayern beinhaltet vergleichbare Regelungen und benennt in Art. 1 (Gesetzeszweck) und Art. 14 (Bewirtschaftung des Waldes) die besondere Verpflichtung zum Erhalt der biologischen Vielfalt, welche untrennbar mit der genetischen Vielfalt verbunden ist. Ferner verweist Art. 18 auf die besondere Verantwortung des Staatswaldes bei der Sicherung der biologischen Vielfalt, was eine Beteiligung anderer Besitzarten jedoch in keiner Weise ausschließt. Insbesondere den Kommunalwäldern kommt hierbei mit Art. 19 eine dem Staatswald gleichwertige Bedeutung zu.

Rechtsvorschriften über forstliches Saat- und Pflanzgut

Das Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) regelt die Erzeugung und den Vertrieb von forstlichem Vermehrungsgut. Durch die Zulassung und kontrollierte Nutzung des Vermehrungsguts aus einer Vielzahl von Erntebeständen, Samenplantagen, Klonen und Klommischungen wird ein wesentlicher Beitrag zur Erhaltung der in diesem Material enthaltenen genetischen Information geleistet.

Naturschutzgesetzgebung

Hinweise zur Erhaltung der biologischen- und damit auch der genetischen Vielfalt ergeben sich aus den Zielen des Bundesnaturschutzgesetzes und des Bayerischen Naturschutzgesetzes.

Als Grundlage für das Leben und die Gesundheit des Menschen ist sowohl die biologische Vielfalt, als auch die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft auf Dauer zu sichern. Zwar fehlen in diesen Regelungen konkrete Angaben zum Erhalt forstlicher Genressourcen, inhaltlich können sie jedoch zur Unterstützung dieser Bestrebung beitragen.



Abb. 5: Zugelassener Saatguterntebestand der Baumart Buche (Foto: Alexander Nickl)

3 GENERHALTUNG IM RAHMEN EINER NATURNAHEN WALDWIRTSCHAFT

Eine moderne Forstwirtschaft baut auf einer umsichtigen Nutzung forstlicher Genressourcen auf. Grundlage waldbaulichen Handelns ist die Erhaltung und Verbesserung der vielfältigen Waldfunktionen und die Bewahrung der biologischen Vielfalt. Die genetische Vielfalt und die Diversität sind entscheidend für die Stabilität und die Anpassungsfähigkeit der Wälder an Veränderungen in der Zukunft. Damit ist die Generhaltung ein wesentlicher Bestandteil forstlicher Nachhaltigkeit. Der Grundsatz der Bayerischen Forstwirtschaft „Schützen und Nutzen“ schließt damit die nachhaltige Nutzung und den Schutz forstlicher Genressourcen ein. Dies ist von hoher Bedeutung im Sinne der:

- Produktion des wertvollen Rohstoffs Holz unter diversen Standortsbedingungen,
- Erhaltung der Erholungs- und Schutzleistungen der Wälder,
- Erzeugung von hochwertigem Saat- und Pflanzgut zum Erhalt und zur Begründung von stabilen und produktiven Beständen,
- Erhaltung seltener Arten und gefährdeter Populationen,
- Vorsorge für eine potenzielle Nutzung bisher unbekannter bzw. vernachlässigter Eigenschaften in Zukunft.

Naturnahe Waldwirtschaft ist bestrebt, natürliche Entwicklungsprozesse im Wald aufzunehmen. Viele waldbauliche Verfahren sind darauf ausgerichtet, die Vielfalt der Arten und Ökosysteme zu erhalten. Dass sie auch den Erhalt der genetischen Vielfalt sichern können, zeigen Untersuchungen aus neuerer Zeit mittels sog. Genmarker (z.B. KONNERT und SPIECKER 1996, KONNERT et al. 2007, MÜLLER-STARCK et al. 2000).

Daraus ergeben sich für den Waldbau unter dem Gesichtspunkt der Generhaltung Empfehlungen, die der Wahrung des Genpools und damit des Anpassungspotenzials sowie der Erhöhung der genetischen Variabilität im Falle der Destabilisierung verstärkt Rechnung tragen.



Abb. 6: Bergmischwälder mit Fichte, Tanne und Buche schützen vor Naturgefahren, liefern den wertvollen Rohstoff Holz und sichern die Artenvielfalt (Foto: Roland Baier, ASP)

3.1 Waldverjüngung

Die Phase der Verjüngung bzw. Bestandesbegründung ist entscheidend für die zukünftige Entwicklung eines Bestandes und für den Erhalt genetischer Strukturen, sowohl zeitlich wie auch räumlich. Bei der Verjüngung werden die Weichen für die genetische Variation in der Folgegeneration gestellt. Je mehr Individuen des Bestandes sich an der Verjüngung beteiligen, umso vollständiger ist die Weitergabe der genetischen Information von einer Generation zur nächsten zu erwarten. Durch die mehrjährigen Reproduktionszyklen tragen bei **natürlicher Verjüngung** deutlich mehr Bäume über Pollen und Samen zur Verjüngung bei als bei künstlicher Verjüngung. Daher ist aus Sicht der Genetik die Naturverjüngung generell der Kunstverjüngung vorzuziehen, sofern der Ausgangsbestand verjüngungswürdig (passende Baumartenzusammensetzung, Vitalität, Qualität und Herkunftseignung) und verjüngungsfreudig ist.

Waldbauliche Maßnahmen können den natürlichen Verjüngungsprozess beeinflussen, indem sie die Lichtverhältnisse und die Konkurrenzbedingungen im Bestand steuern. Durch lange Verjüngungszeiträume über mehrere Verjüngungsgenerationen hinweg und kleinflächiges, differenziertes Vorgehen wie z.B. im Femelbetrieb und bei der Plenterung, kann die volle genetische Variabilität innerhalb eines Bestandes von einer Baumgeneration zur nächsten weitergegeben werden. Lichtbaumarten wie Eiche, Kiefer oder Lärche benötigen dabei aufgrund ihrer lichtökologischen Bedürfnisse eine angepasste Behandlung mit z.T. stärkeren Eingriffen. Die sehr großen Samenmengen, die während dieser Zeit gebildet werden, stellen darüber hinaus ein hohes Selektionspotential dar, das zu einem hohen Maß an Anpasstheit an die jeweils vorgefundenen Standortsbedingungen führt.

Beim Ausbleiben der Naturverjüngung, in qualitativ schlechten Beständen oder bei genetisch verarmten Restvorkommen ist **künstliche Verjüngung** zur Einbringung neuer Baumarten und/oder Herkünfte und zur Erweiterung des Genpools notwendig. In diesem Fall entscheiden bereits die Auswahl der Erntebestände und das Vorgehen bei der Saatgutgewinnung über die genetische Variation in der Folgegeneration. Die genetischen Veränderungen bei den nachfolgenden Schritten der Pflanzenproduktion (Saatgutaufbereitung, Lagerung, Anzucht, Größensortierung) sind hingegen weit weniger bedeutend (KONNERT und RUETZ 2003). Daher muss der Auswahl von Erntebeständen und der Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zur Saatguternte und Kontrolle auch im Sinne der Generhaltung große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Gleiches gilt für die Verwendung geeigneter Herkünfte gemäß den Herkunftsempfehlungen. Wildlinge sollen in zugelassenen Beständen grundsätzlich über eine möglichst große Bestandesfläche gewonnen werden, um der Überrepräsentanz weniger Mutterbäume im Pflanzgut vorzubeugen. Die Gewinnung entlang von Wegen oder aus einzelnen Verjüngungsiseln ist aus genetischer Sicht zu vermeiden.

Bei der Bestandesbegründung sollen die Pflanzanzahlen nicht zu niedrig angesetzt werden, um eine breite Selektionsbasis zu haben und eine zu starke Reduzierung des Populationsumfanges durch Selektionsprozesse zu vermeiden. Kunstverjüngungen mit Saaten eröffnen grundsätzlich größere Spielräume für die Selektion, auch wenn das dabei verwendete Saatgut meist nur aus einem Erntejahr stammt. Bei der Verwendung von vegetativem Vermehrungsgut ist auf eine möglichst große Anzahl von Klonen bzw. Genotypen zu achten.

Sowohl Naturverjüngung als auch künstliche Verjüngung müssen langfristig gesichert sein. Daher sind Begleitmaßnahmen wie z.B. Anpassung des Schalenwildes oder regulierende Eingriffe in die Konkurrenzvegetation meist unerlässlich.



Abb. 7: Im reifen Zustand des hier noch jungen Tannenzapfens können aus dessen Samen rund 200 (Stück) kleine Tannen hervorgehen (Foto: Gerhard Huber, ASP)

3.2 Pflegeeingriffe / Durchforstungsstrategien / Holznutzung

Ein wichtiges Ziel von Pflegemaßnahmen ist es, die Stabilität und Mischung von Beständen durch Förderung von Mischbaumarten zu verbessern. Neben den rein waldbaulichen Aspekten können Pflegeeingriffe auch aus Sicht der Biodiversität und Genhaltung positive Auswirkungen haben, wenn sie seltene Baumarten fördern und Individuen mit herausragenden Eigenschaften begünstigen.

Pflegeeingriffe können sowohl schematisch sein (z.B. Reihendurchforstung) oder sich an qualitativ-selektiven Merkmalen (z.B. Schaftform, Zwiesel) orientieren. Sind die Auslesekriterien an genetische Eigenschaften geknüpft, so ist ein solcher Eingriff i.d.R. mit selektiven Prozessen verbunden und kann in Folge zu Veränderungen der genetischen Bestandesstruktur führen. Insbesondere die Intensität waldbaulicher Eingriffe ist dabei entscheidend.

Maßvoll durchgeführte Pflege- und Durchforstungseingriffe haben nur geringe Auswirkungen auf die genetische Vielfalt. Eingriffe mit einer drastischen Reduktion der Stammzahl können vor allem zu einem Verlust an seltenen Genvarianten führen, da diese nur in wenigen Individuen vorhanden sind. Auch das ausschließliche Belassen von Z-Bäumen erhöht das Verlustrisiko für seltene Allele. Aus genetischer Sicht sind daher vor allem Pflegemaßnahmen geeignet, die eine Förderung von über die Fläche verteilten Einzelbäumen durch eine maßvolle Entnahme einzelner Bedränger vorsehen. Die genetische Struktur bleibt so durch den Erhalt einer breiten Basis an Individuen aller Baumklassen sämtlicher sozialer Stellungen am besten gewahrt.

Bei der Zielstärkennutzung muss beachtet werden, dass diese nicht zu früh einsetzt, bevor sich die wüchsigen Bäume an der Verjüngung maßgeblich beteiligt haben. Die Folgegeneration würde dann überwiegend aus den Nachkommen der langsam wüchsigen Bäume bestehen und damit von der Elterngeneration abweichen.

3.3 Bereitstellung der Erntebasis für hochwertiges Forstvermehrungsgut

Eine große Rolle bei der nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen spielen zugelassene Saatguterntebestände. Das aus diesen Beständen gewonnene Saat- und Pflanzgut dient zur Begründung zukünftiger Wälder. Die genetische Qualität, Vitalität und Produktivität dieser Bestände wird über die darin geernteten Samen und Pflanzen

an die Folgegeneration weitergegeben. Um den Bedarf an hochwertigem und herkunftsgesichertem Saat- und Pflanzgut zu decken, werden in Bayern durch das ASP unter Einhaltung der Vorgaben des Forstvermehrungsgutgesetzes (FoVG) und seiner Durchführungsverordnungen geeignete Erntebestände für die dem Gesetz unterliegenden Baumarten ausgewählt und zur Ernte zugelassen sowie forstliche Samenplantagen begründet und unterhalten. Diese Ernteeinheiten sind in einem internetbasierten Erntezulassungsregister (EZR) registriert und können kostenlos von allen Interessenten online eingesehen werden. Das Register erlaubt ein modernes Datenmanagement der Ernteeinheiten und der Ernten. Es wird laufend durch das ASP aktualisiert. Vor allem für unterversorgte Herkunftsgebiete wird nach neuen Erntemöglichkeiten intensiv und gezielt gesucht.



Abb. 8: Samenplantage zur Gewinnung von hochwertigem Saatgut der europäischen Lärche
(Foto: Michael Luckas, ASP)

3.4 Forstgenressourcen in Naturwaldreservaten und Nationalparks

Die **Naturwaldreservate** in Bayern werden von der Bayerischen Forstverwaltung betreut. Derzeit gibt es in Bayern 159 Reservate mit einer Fläche von über 7.141 Hektar (durchschnittliche Größe 45 Hektar), in denen keine forstliche Nutzung mehr stattfindet. Naturwaldreservate sollen möglichst alle in Bayern vorkommenden natürlichen Waldgesellschaften und ihre Standorte repräsentieren, also sowohl seltene Waldtypen oder Wald auf Extremstandorten als auch flächig verbreitete naturnahe Wälder auf mittleren und guten Standorten. Sie dienen laut Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 1. Juli 2013 insbesondere dazu, *„die natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften Bayerns landesweit in ihrer Struktur und Dynamik zu repräsentieren und die biologische Vielfalt auf Dauer zu sichern“*.

Die **Nationalparks** repräsentieren in Deutschland ein nationales Naturerbe. Sie sind gemäß § 24 Abs. 1 BNatSchG *„einheitlich zu schützende Gebiete, die*

- 1. großräumig, weitgehend unzerschnitten und von besonderer Eigenart sind,*
- 2. in einem überwiegenden Teil ihres Gebiets die Voraussetzungen eines Naturschutzgebiets erfüllen und*
- 3. sich in einem überwiegenden Teil ihres Gebiets in einem vom Menschen nicht oder wenig beeinflussten Zustand befinden oder geeignet sind, sich in einen Zustand zu entwickeln oder in einen Zustand entwickelt zu werden, der einen möglichst ungestörten Ablauf der Naturvorgänge in ihrer natürlichen Dynamik gewährleistet.“*

In Naturwaldreservaten, wie auch in den Kern-/Naturzonen der beiden bayerischen Nationalparks „Bayerischer Wald“ und „Berchtesgaden“, findet grundsätzlich keine forstliche Nutzung statt. Hier stehen der Prozessschutz bzw. eine natürliche Waldentwicklung im Vordergrund.

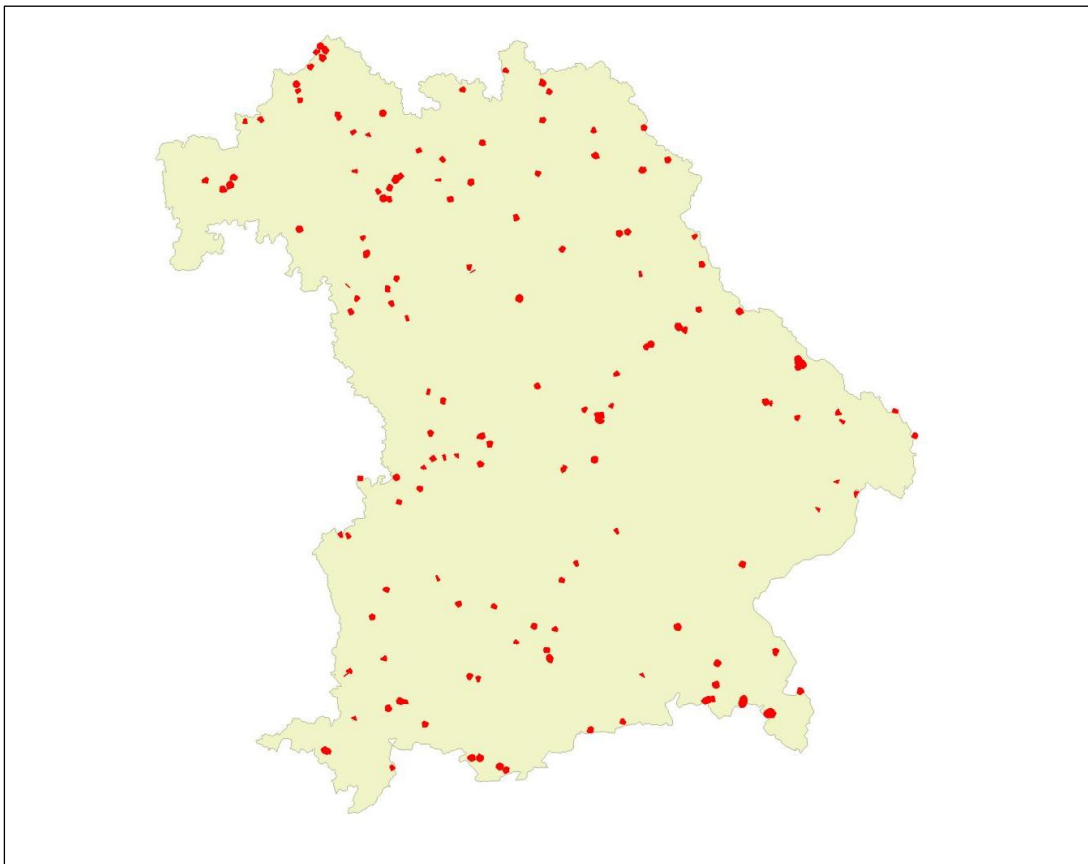


Abb. 9: Verteilung der 159 Naturwaldreservate über Bayern

Gleichzeitig finden sich in den Naturwaldreservaten und in den Nationalparks naturgemäß wertvolle Genressourcen. Deshalb werden diese im vorliegenden Konzept mit berücksichtigt und zur Auswahl von geeigneten Generhaltungsobjekten in Abstimmung mit den zuständigen Stellen herangezogen.

Mit der Integration bereits etablierter Prozessschutzbereiche in das Konzept wird nicht nur die Auswahlbasis besonders wertvoller Forstgenressourcen erweitert. Die im Rahmen der Umsetzung des Konzepts stattfindende genetische Charakterisierung der Generhaltungsobjekte liefert im Gegenzug wertvolle Daten für die Schutzgebiete. Außerdem besteht künftig zusätzlich – ganz entsprechend der Aufgabe der Naturwaldreservate und der Nationalparks als Lernorte – eine wertvolle Vergleichsmöglichkeit zur Entwicklung forstlicher Genressourcen in den Wirtschaftswäldern. Die Ausweisung von „Generhaltungsbeständen“ ist wiederum ein Prädikat für die Schutzgebiete. Insgesamt ergeben sich hier somit zahlreiche Synergien.

Mit der Einbeziehung forstgenetischer Ressourcen in Prozessschutzbereichen mit ihren weitgehend unbeeinflussten evolutiven Mechanismen wird das bayerische Konzept um Aspekte der natürlichen Dynamik erweitert. Dieses Vorgehen scheint vor dem Hintergrund des Klimawandels und der sich ändernden Umweltbedingungen besonders zielführend (ERIKSSON et al. 1993; PAPAGEORGIOU und DROUZAS 2010).



Abb. 10: Neben Wirtschaftswäldern ergänzen Populationen in unberührten Naturräumen mit weitestgehend ungestörten Prozessabläufen die genetische Vielfalt in Bayern (Foto: Roland Baier, ASP)

4 GEZIELTE MASSNAHMEN ZUM ERHALT FORSTLICHER GENRESSOURCEN IN BAYERN

Neben den bewährten Grundsätzen einer naturnahen Wald- und Forstwirtschaft werden in Bayern gezielte Maßnahmen zur *in-situ*- und *ex-situ*-Erhaltung forstlicher Genressourcen durchgeführt. Dazu wird das Bundesland in mehrere Generhaltungszonen unterteilt. Baumarten, für die Generhaltungsmaßnahmen eingeleitet werden sollen, werden unter Berücksichtigung ihres Flächenanteils, ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und Gefährdung sowie ihrer genetischen Variabilität ausgewählt und Handlungsschwerpunkte festgelegt. Bei seltenen Baumarten wird auch eine Priorisierung vorgenommen. Für die Auswahl von Generhaltungsobjekten werden Kriterien zur Bewertung der Erhaltungswürdigkeit und Erhaltungsdringlichkeit festgelegt. Davon ausgehend wird die Auswahl und Verteilung von Generhaltungsobjekten in Bayern vorgenommen.

4.1 Festlegung von Generhaltungszonen

Die Erhaltung forstlicher Genressourcen in Bayern verfolgt das Ziel, die genetische Information der Wälder möglichst umfassend über die Landesfläche hinweg langfristig zu sichern. Dabei wird von einer regionalen Differenzierung der Populationen als Folge nacheiszeitlicher Rückwanderung und langjähriger Anpassungsprozesse an unterschiedliche Standortsbedingungen ausgegangen. Aus forstlicher Sicht umfasst der Standort die Gesamtheit der für das Wachstum der Waldbäume wichtigen Umweltbedingungen, wie sie im Gelände durch Lage, Klima und Boden bestimmt werden (ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG 2003).

In Wuchsgebieten sind Landschaftsbestandteile mit annähernd gleichen oder ähnlichen ökologischen Bedingungen (Standorte) zusammengefasst. Die 15 Wuchsgebiete in Bayern bieten sich deshalb als Grundlage für die Ausweisung von Generhaltungszonen an. Darauf aufbauend wurden fünf Generhaltungszonen ausgewiesen, indem Wuchsgebiete mit ähnlicher Klimatönung und Jahresmitteltemperatur zu einer Erhaltungszone zusammengeschlossen wurden (vgl. Tab. 1 und Abb. 11)

In jeder Generhaltungszone sollen für eine Art Generhaltungsobjekte ausgewiesen werden, soweit die Art dort natürlich vorkommt oder künstliche Vorkommen mit spezifischen Eigenschaften bildet (z.B. auf Sonderstandorten). Je nach Baumart und Erhaltungszone wird bei der Ausweisung von Generhaltungsobjekten auch eine Höhenzonierung berücksichtigt (z. B. Ostbayerische Mittelgebirge (in G3), Alpen (in G5)).

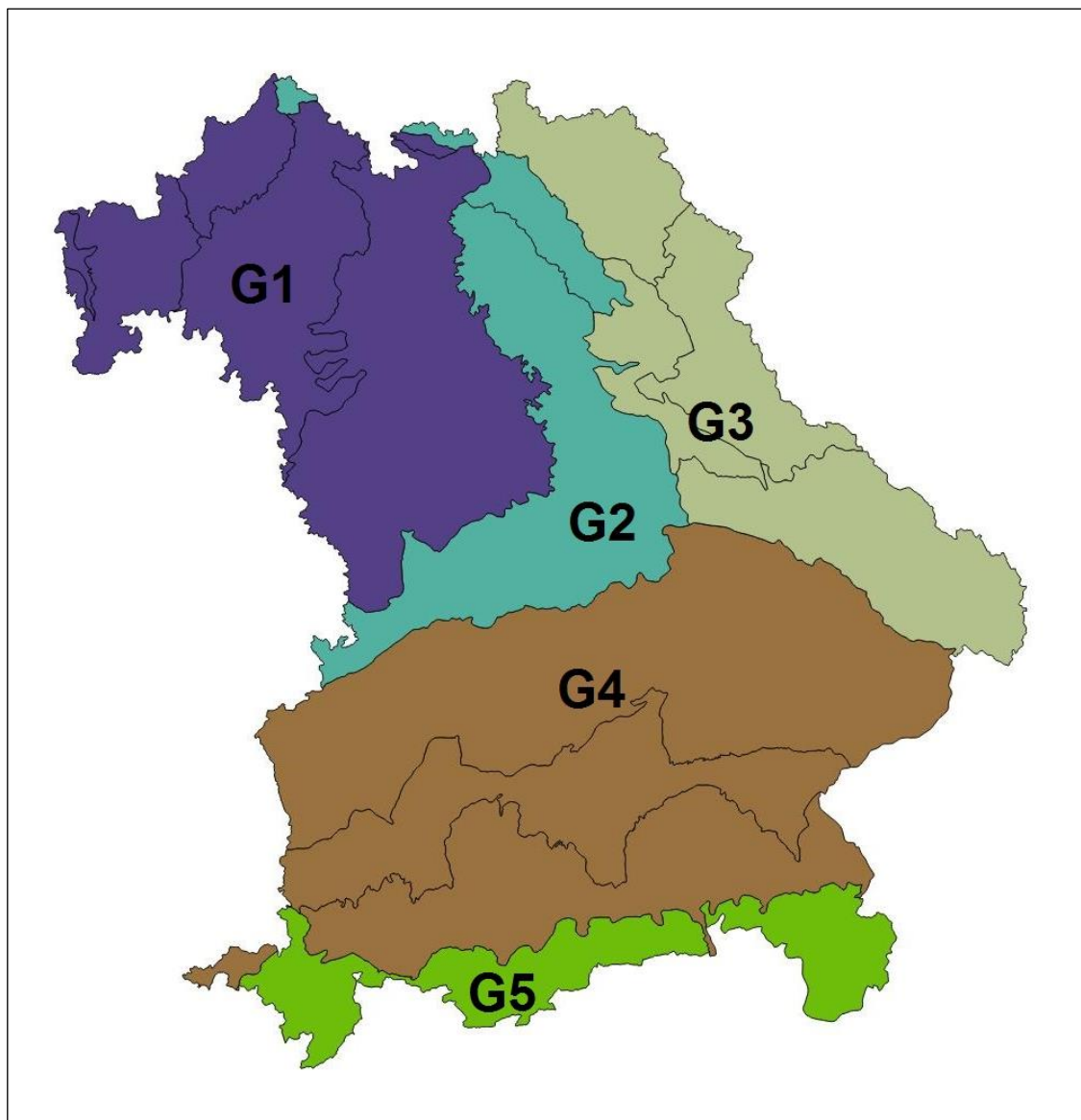


Abb. 11: Generhaltungszone in Bayern aufbauend auf den Wuchsgebieten

Tab. 1: Übersicht der Wuchsgebiete und der daraus abgeleiteten Generhaltungszonen

WUCHSGEBIET		KLIMATÖNUNG	JAHRES- MITTEL [°C]	GENER- HALTUNGS- ZONE	FLÄCHE [km ²]	FLÄCHEN- ANTEIL IN BAYERN [%]
1	Untermainebene	subozeanisch	9,0 – 10,0	G 1	17.556	25
2	Spessart-Odenwald	ozeanisch	7,0 – 9,0			
3	Rhön	subozeanisch	5,0 – 8,5			
4	Fränkische Platte	subozeanisch - subcontinental	6,5 – 9,0			
5	Fränkischer Keuper und Albvorland	subozeanisch - subcontinental	7,0 – 9,0			
6	Frankenalb und Oberpfälzer Jura	subozeanisch	7,0 – 8,0	G 2	9.271	13
7	Fränkisches Triashügelland	subozeanisch	7,0 – 8,0			
8	Frankenwald, Fichtel- gebirge und Steinwald	hercynisch-montan bis boreal	5,0 – 7,0	G 3	12.083	17
9	Oberpfälzer Becken und Hügelland	subkontinental – hercynisch-montan	7,0 – 8,0			
10	Oberpfälzer Wald	hercynisch-mon- tan bis subboreal	5,0 – 8,0			
11	Bayerischer Wald	subozeanisch bis boreal	2,0 – 8,0			
12	Tertiäres Hügelland	subkontinental bis subozeanisch	7,0 – 8,5	G 4	27.067	38
13	Schotterplatten- und Altmoränenlandschaft	subkontinental bis präalpid	6,5 – 8,0			
14	Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge	präalpid	6,5 – 8,5			
15	Bayerische Alpen	präalpid – alpid	2,0 – 8,0	G 5	5.171	7
SUMME DER FLÄCHE					71.147	

4.2 Festlegung von Handlungsschwerpunkten auf Artebene

Bei Maßnahmen der Generhaltung werden die in Bayern vorkommenden heimischen Wirtschaftsbaumarten, die Pionier- und Begleitbaumarten sowie seltene Baumarten und Arten mit besonderer ökologischer Bedeutung berücksichtigt.

Bei den Haupt- und Begleitbaumarten, bei denen zahlreiche Vorkommen vorhanden sind und keine Gefahr des akuten kompletten Auslöschens besteht, wird auf eine Priorisierung auf Artebene verzichtet. Für diese Arten werden, ausgehend von der natürlichen potentiellen Vegetation, der aktuellen Verbreitung, der wirtschaftlichen Bedeutung jetzt und in Zukunft, der aktuellen Gefährdung sowie der genetischen Differenzierung soweit bekannt, Handlungsschwerpunkte zur Generhaltung nach Generhaltungszonen festgelegt (vgl. Tab. 2).



Abb. 12: Der Erhalt seltener Arten oder Vorkommen wird oftmals durch ihre Lage an nur schwer zugänglichen Orten erschwert wie z.B. hier bei der Grünerle (Foto: Andreas Wurm, ASP)

Tab. 2: Festlegung von Handlungsschwerpunkten zur Generhaltung nach Baumart und Generhaltungszone

Baumarten von hoher wirtschaftlicher Bedeutung

BAUMART	G1	G2	G3	G4	G5
Bergahorn <i>Acer pseudoplatanus</i>		v.k.M.			
Esche <i>Fraxinus excelsior</i>			v.k.M.		v.k.M.
Europ. Lärche <i>Larix dexiua</i>		v.k.M.	v.k.M.	v.k.M.	
Fichte <i>Picea abies</i>	v.k.M.				
Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i>					
Stieleiche <i>Quercus robur</i>					v.k.M.
Traubeneiche <i>Quercus petraea</i>			v.k.M.	v.k.M.	v.k.M.
Waldkiefer <i>Pinus sylvestris</i>					
Weißtanne <i>Abies alba</i>					

Pionier- und Begleitbaumarten

BAUMART	G1	G2	G3	G4	G5
Hainbuche <i>Carpinus betulus</i>			v.k.M.		v.k.M.
Moorbirke <i>Betula pubescens</i>	v.k.M.	v.k.M.			
Sandbirke <i>Betula pendula</i>			v.k.M.		v.k.M.
Schwarzerle <i>Alnus glutinosa</i>					
Sommerlinde <i>Tilia platyphyllos</i>		v.k.M.	v.k.M.	v.k.M.	
Spitzahorn <i>Acer platanoides</i>					v.k.M.
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>			v.k.M.		v.k.M.
Winterlinde <i>Tilia cordata</i>		v.k.M.			v.k.M.

v.k.M. Vorläufig keine Maßnahme

Ausweisung von Generhaltungsobjekten in Wirtschaftswäldern (*in-situ*)

Fallweise Ausweisung besonders wertvoller Vorkommen auf Sonderstandorten und in Naturwaldreservaten (*in-situ*)

Einlagerung von Saatgut in der Genbank (*ex-situ*)

Anlage von Samenplantagen, Mutterquartieren und Klonsammlungen (*ex-situ*)

Höhenzonierung beachten

Bei den forstwirtschaftlich bedeutenden nichtheimischen Baumarten wie z.B. Douglasie und Roteiche werden nur in Ausnahmefällen Vorkommen mit besonderer Bedeutung für die genetische Ressource der Art erhalten (Bsp. Douglasie: für Bayern bewährte Herkünfte, Ursprungsbestände in den USA z.T. nicht mehr vorhanden). Diese dienen als Basis für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut. Eine möglichst breite Erhaltung des nach Bayern eingeführten Genpools ist bei diesen Arten nicht Ziel der Generhaltung.

Bei seltenen Baumarten, bei denen die Erhaltungsdringlichkeit überwiegend hoch ist, wird eine Priorisierung auf Artebene vorgenommen. Im Auswahlprozess wird die aktuelle Verbreitung in Bayern, die wirtschaftliche Bedeutung jetzt und in Zukunft sowie die aktuelle Gefährdungslage und Anfälligkeit (Klimawandel/ Kalamitäten) berücksichtigt. Jedem Parameter wird eine der drei Kategorien „hoch – mittel – gering“ zugeordnet.

Eine hohe wirtschaftliche Bedeutung und eine hohe Gefährdung/Anfälligkeit einer Baumart erhöhen die Notwendigkeit zur Durchführung gezielter Erhaltungsmaßnahmen.

Erkenntnisse zur genetischen Differenzierung in Bayern v.a. auf regionaler Ebene liegen bei diesen Baumarten bis auf wenige Ausnahmen noch nicht vor. Daher können sie bei der Priorisierung noch nicht berücksichtigt werden. Allerdings müssen diese in den nächsten Jahren erarbeitet werden. Die aktuelle Priorisierung wird später auf Basis der genetischen Ergebnisse nochmals überprüft und falls notwendig angepasst.

Innerhalb der Gruppe seltener, ökologisch wichtiger Baumarten (vgl. Tab. 3) endet der Auswahlprozess mit der Bewertung der Erhaltungsdringlichkeit auf Artebene:

- **Art mit hoher Priorität**
Generhaltungsmaßnahmen sind dringend erforderlich,
- **Art mit mittlerer Priorität**
Generhaltungsmaßnahmen sind wichtig, aber nicht vordringlich,
- **Art mit geringer Priorität**
Generhaltungsmaßnahmen können noch zurückgestellt werden.

Tab. 3: Priorisierung der seltenen Baumarten nach Verbreitung, wirtschaftlicher Bedeutung und Gefährdung/Anfälligkeit, die Abstufung hoch-mittel-gering erfolgt innerhalb der Gruppe der seltenen Baumarten

BAUMART		AKTUELLER BAUMARTENANTEIL	WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG	GEFÄHRDUNG ANFÄLLIGKEIT	PRIORITÄT
** Bergulme	<i>Ulmus glabra</i>	gering	mittel	hoch	● hoch
* Eibe	<i>Taxus baccata</i>	gering	gering	hoch	● hoch
* Elsbeere	<i>Sorbus tominalis</i>	gering	hoch	mittel	● hoch
** Feldulme	<i>Ulmus minor</i>	gering	mittel	mittel	● hoch
** Flatterulme	<i>Ulmus laevis</i>	gering	mittel	mittel	● hoch
*** Mehlbeere	<i>Sorbus aria</i>	gering	gering	mittel	● hoch
*** Silberpappel	<i>Populus alba</i>	gering	gering	mittel	● hoch
* Speierling	<i>Sorbus domestica</i>	gering	mittel	hoch	● hoch
* Wildapfel	<i>Malus sylvestris</i>	gering	mittel	hoch	● hoch
* Wildbirne	<i>Pyrus pyraeaster</i>	gering	hoch	hoch	● hoch
* Grünerle	<i>Alnus viridis</i>	mittel	gering	mittel	● mittel
* Weißerle	<i>Alnus incana</i>	gering	mittel	mittel	● mittel
* Schwarzpappel	<i>Populus nigra</i>	mittel	gering	mittel	● mittel
*** Silberweide	<i>Salix alba</i>	gering	gering	mittel	● mittel
*** Spirke	<i>Pinus mugo</i>	gering	gering	mittel	● mittel
*** Zitterpappel	<i>Populus tremula</i>	gering	mittel	mittel	● mittel
*** Zirbe	<i>Pinus cembra</i>	gering	hoch	mittel	● mittel
*** Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>	hoch	gering	gering	● gering
* Feldahorn	<i>Acer campestre</i>	mittel	gering	gering	● gering
* Traubenkirsche	<i>Prunus padus</i>	mittel	gering	gering	● gering
** Salweide	<i>Salix caprea</i>	gering	gering	gering	● gering

- * Vorkommen der Baumart erfasst
- ** Vorkommen der Baumart partiell erfasst
- *** Vorkommen der Baumart noch nicht erfasst

4.3 Bewertung von Erhaltungswürdigkeit und –dringlichkeit von Generhaltungsobjekten

Die Auswahl und Ausweisung von Generhaltungsobjekten richtet sich nach der Erhaltungswürdigkeit (qualitativer Aspekt) und Erhaltungsdringlichkeit (quantitativer- oder Gefährdungsaspekt).

Erhaltungswürdig sind aus ökologischer bzw. ökonomischer Sicht wertvolle, an den Standort angepasste Vorkommen einer Art mit vergleichsweise hoher genetischer Vielfalt und Diversität. Bei den Hauptbaumarten können neben der Vitalität und Vermehrungsfreudigkeit auch überdurchschnittliche Form- und Wuchseigenschaften ein wichtiges Kriterium für die Erhaltungswürdigkeit darstellen (siehe auch Punkt 5.1).

Erhaltungsdringlich sind Vorkommen, bei denen ein teilweiser oder kompletter Verlust der genetischen Ressourcen zu befürchten ist. Die Gefährdung eines Objekts lässt sich anhand folgender Risikofaktoren abschätzen, die sich zum Teil gegenseitig beeinflussen oder beim Zusammentreffen mehrere Risiken verstärken:

- **effektive (lokale) Populationsgröße**
je kleiner das Vorkommen umso höher die Gefahr des Untergangs,
- **Abweichung von der potentiellen natürlichen Vegetation**
je weiter der aktuelle vom optimalen Standort einer Art abweicht, umso höher ist die Gefahr einer Auslöschung,
- **Konkurrenzschwäche**
das Vorkommen vorwüchsiger, konkurrenzstärkerer Arten erhöht die Gefahr eines Untergangs,
- **Disposition gegenüber Krankheiten/Kalamitäten**
Arten mit bestandesbedrohenden Krankheiten/Kalamitäten unterliegen einem erhöhten Risiko,
- **Gefahr der Hybridisierung mit Kultursorten**
Vorkommen von Kultursorten in unmittelbarer Nähe zu Generhaltungsobjekten stellen durch Einkreuzung eine Gefahr für die Genressource dar (z.B. bei Vogelkirsche, Wildapfel),

➤ **Waldflächenverlust**

der Verlust von Waldflächen führt zu einer Reduzierung der effektiven Populationsgröße und erschwert darüber hinaus durch Zerschneidung des Habitats den Genfluss.

➤ **Wildverbiss**

Wildstände, welche eine natürliche Verjüngung des Generhaltungsobjektes nicht zulassen, stellen ein Risiko für den dauerhaften Erhalt der Genressource dar.

Neben diesen Faktoren können auch regionale Besonderheiten oder spezifische Eigenschaften zu einer Erhöhung der Erhaltungsdringlichkeit führen, wenn die ausgewählten Genobjekte für den Genpool einer Baumart bedeutsam erscheinen.

Für ein Generhaltungsobjekt wird entsprechend des aktuellen Gefährdungsgrades die Dringlichkeit von Erhaltungsmaßnahmen in vier Stufen eingeteilt:

➤ **Stufe 1 vordringlich**

➤ **Stufe 2 dringlich**

➤ **Stufe 3 notwendig**

➤ **Stufe 4 wünschenswert**

Die Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit und Erhaltungsdringlichkeit sowie die Ableitung von Erhaltungsmaßnahmen erfolgt in Bayern durch das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP). Es wird bei der Auswahl von Generhaltungsobjekten durch die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) und die Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) unterstützt. Im bayerischen Staatswald wird die Ausweisung mit den Bayerischen Staatsforsten AöR (BaySF) abgestimmt.

5 *IN-SITU*-ERHALTUNG AUSGEWÄHLTER VORKOMMEN

Nur Populationen, die über genügend reproduzierende Bäume verfügen und sich natürlich verjüngen, d.h. auf Dauer überlebensfähige Nachkommen hervorbringen, können langfristig ihre Funktion als ***in-situ-Generhaltungsobjekte*** erfüllen. Daher kommt der effektiven Populationsgröße für die *in-situ* Generhaltung der Vorkommen hohe Bedeutung zu. Einzelbäume und sehr kleine Vorkommen weisen hohe Selbstbefruchtungsanteile mit der Folge von Inzuchtdepression oder Drifteffekte durch zufälligen Verlust an Genotypen auf. Beides wirkt sich auf die Weitergabe der genetischen Information negativ aus. Solche Vorkommen müssen über *ex-situ* Maßnahmen erhalten werden.

Das vorliegende Konzept fasst unter dem Oberbegriff des „in-situ-Generhaltungsobjektes“ reproduzierende Populationen unterschiedlicher Größe zusammen. Populationen mit mindestens fünf und weniger als 30 Individuen werden als „***Kleinvorkommen***“ erfasst. Vorkommen mit 30 und mehr Individuen werden als „***Generhaltungsbestand***“ bezeichnet.

Jedem Generhaltungsobjekt wird eine „Zielbaumart“ zugeordnet, der die Erhaltungsmaßnahme dient. Befinden sich mehrere erhaltungswürdige Baumarten in einem Vorkommen, wird für jede Baumart ein Generhaltungsobjekt ausgeschieden und gesondert geprüft.

Solange ein Generhaltungsobjekt nicht genetisch charakterisiert ist, wird es als „***in-situ-Generhaltungs-Aspirant***“ bezeichnet, unabhängig von der Populationsgröße. Erst nachdem die genetische Charakterisierung im Labor und die Bewertung der Ergebnisse der genetischen Variation erfolgt sind, wird endgültig entschieden, ob der Generhaltungs-Aspirant als langfristig zu erhaltendes „*in-situ-Generhaltungsobjekt*“ eingestuft werden kann.

Für die Auswahl von Generhaltungs-Aspiranten bzw. –objekten können unterschiedliche Informationsquellen genutzt werden, wie z.B.

- Waldinventur- und Fernerkundungsdaten, Forsteinrichtung

- Informationen zu Schutzgebieten im Wald, z.B. Nationalparks, Naturwaldreservate, Natura 2000 Gebiete
- Bayerisches Erntezulassungsregister mit Angaben zu Saatguterntebeständen
- Kartierungen von Wäldern auf Sonderstandorten
- Informationen über Dauerbeobachtungsflächen im Wald
- Kartierungen seltener Baumarten
- Biotopkartierung (LfU)
- Ergebnisse genetischer Untersuchungen
- Informationen der zuständigen Ämter und Forstbetriebe (Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bayerische Staatsforsten, Wasserwirtschaft, Naturschutzämter)

5.1 Kriterien zur Auswahl von Generhaltungsbeständen

Generhaltungsbestände können sowohl in Wirtschaftswäldern als auch in unbewirtschafteten Wäldern sowie auf Sonderstandorten ausgewählt werden. In allen Fällen muss die **Lage eines Generhaltungsbestandes** so gewählt werden, dass ein Einkreuzen schlecht veranlagter benachbarter Bestände derselben oder eng verwandter Arten ausgeschlossen ist. Auf einen ausreichenden Abstand zu ungeeigneten Beständen ist deshalb zu achten. In Anlehnung an die Vorgaben des Forstvermehrungsgutgesetzes (FoVG) muss dieser mindestens 400 Meter betragen. Verteilt sich ein Generhaltungsbestand auf mehrere Teilflächen (Populationen), so darf der Abstand zwischen diesen höchstens 200 Meter betragen, um den Genfluss zwischen den Flächen sicherzustellen. Insbesondere bei Wildobst und Schwarzpappel ist die Hybridisierung mit Hybrid- und Kultursorten möglichst zu vermeiden.

Die Bestände sollen sich durch **Verjüngungsfreudigkeit** auszeichnen. Dies setzt sowohl ausreichend reproduzierende Individuen, eine der Verjüngung dienliche waldbauliche Behandlung, als auch die Berücksichtigung sonstiger Umstände, wie z.B. Begleitvegetation, Bodenzustand usw. voraus.

Bei der Ausweisung von Generhaltungsbeständen müssen die in Tabelle 4 eingetragenen Vorgaben zu **Mindestalter** und **Mindestbaumzahl** eingehalten werden. Zudem sollen die Bestände eine **überdurchschnittliche Vitalität und Qualität** aufweisen.

Auf Sonderstandorten können einzelne Abweichungen von diesen Vorgaben toleriert werden, wenn das Objekt für die Erhaltung des Genpools der Art wichtig erscheint.

Bestände bei denen **die Autochthonie**, zum Beispiel über Revierbücher oder Bestands-Chroniken belegt werden kann, werden bevorzugt ausgewählt.

Tab. 4: Baumartenspezifische Mindestanforderungen (Mindestalter, Mindestbaumzahl) von Genobjekten in Wirtschaftswäldern bei Generhaltungsbeständen

Baumarten von hoher wirtschaftlicher Bedeutung

BAUMART	MINDESTALTER [Jahre]	MINDESTBAUMZAHL
Bergahorn <i>Acer pseudoplatanus</i>	50	30
Esche <i>Fraxinus excelsior</i>	50	30
Europ. Lärche <i>Larix deoidua</i>	50	150 / 30 **
Fichte <i>Picea abies</i>	60	150 / 30 *
Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i>	70	150 / 30 ***
Stieleiche <i>Quercus robur</i>	70	150
Traubeneiche <i>Quercus petraea</i>	70	150
Waldkiefer <i>Pinus sylvestris</i>	60	150
Weißtanne <i>Abies alba</i>	70	30

* in den Mittelgebirgen über 800 m

** in den Alpen über 900m

*** in Höhenlagen über 800 m

Baumarten von hoher wirtschaftlicher Bedeutung

BAUMART	MINDESTALTER [Jahre]	MINDESTBAUMZAHL
Hainbuche <i>Carpinus betulus</i>	50	30
Moorbirke <i>Betula pubescens</i>	30	30
Sandbirke <i>Betula pendula</i>	30	30
Schwarzerle <i>Alnus glutinosa</i>	40	30
Sommerlinde <i>Tilia platyphyllos</i>	30	30
Spitzahorn <i>Acer platanoides</i>	40	30
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>	30	30
Winterlinde <i>Tilia cordata</i>	30	30

5.2 Kriterien zur Auswahl von Kleinvorkommen

Kleinvorkommen setzen sich aus mindestens fünf und weniger als 30 reproduktionsfähigen Individuen zusammen. Bei Kleinvorkommen können Abweichungen von den für Generhaltungsbestände zugrunde gelegten Auswahlkriterien toleriert werden, wenn das Genobjekt für die Generhaltung in Bayern bedeutsam erscheint, einen Sonderstandort repräsentiert oder als regionale Besonderheit erhalten werden soll. Insbesondere die Kriterien Qualität und Lage sind hiervon betroffen.

5.3 Bestimmung der genetischen Struktur von Generhaltungsobjekten

Für jeden Generhaltungsaspiranten wird die genetische Struktur der Zielbaumart durch das ASP mittels Genmarker bestimmt und bewertet. Die Auswahl dieser Marker obliegt dem ASP. Aufgrund der Ergebnisse werden folgende Parameter berechnet, die die genetische Variation der Zielbaumart des Objektes beschreiben:

- die genetische Vielfalt (allelische und genotypische Vielfalt) und Diversität,
- die genetische Ähnlichkeit zu anderen Populationen (genetischer Abstand),
- Paarungs- und Verwandtschaftsverhältnisse (z.B. Inzucht, Familienstrukturen).

Die Ergebnisse werden in Vergleich zu bereits vorliegenden Daten der Baumart in ihrem Verbreitungsgebiet gesetzt und eingewertet. Aus genetischer Sicht sollen Vorkommen mit vergleichsweise hoher genetischer Vielfalt aber auch solche mit seltenen Genvarianten vorrangig als Generhaltungsobjekte festgelegt werden.

Bestände, für die bereits Ergebnisse genetischer Untersuchungen vorliegen, sollen vorrangig auf ihre Eignung als Generhaltungsobjekt überprüft werden.

5.4 Maßnahmen bei *in-situ*-Generhaltungsobjekten

In-situ-Generhaltungsobjekte dienen der Erhaltung forstlicher Genressourcen über möglichst lange Zeiträume.

Um dies zu gewährleisten sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Jedes Generhaltungsobjekt bzw. jeder „Aspirant“ wird mit GIS Koordinaten eingemessen und digital erfasst. In einer zentralen Datenbank (Bayerische Forstliche
- Gendatenbank - BayForGen), die am ASP geführt wird, werden die Informationen aufgenommen und gepflegt
- Um die genetische Information des Erhaltungsobjektes/-aspiranten langfristig zu sichern, wird der Bestand ausschließlich natürlich oder mit aus bestandeseigenem Saatgut gezogenem Pflanzmaterial verjüngt
- Das Erhaltungsobjekt wird genetisch untersucht und die ermittelten genetischen Kennwerte ebenfalls in BayForGen erfasst
- Bestätigte Generhaltungsobjekte werden in der Waldfunktionsplanung als „Wald mit besonderer Bedeutung für die Generhaltung“ ausgeschieden. Die zuständigen Behörden werden mit der Aufnahme in die Waldfunktionskarte beauftragt. Die Eigentümer werden in den Auswahlprozess eingebunden
- Alle waldbaulichen Maßnahmen sollen dem Erhalt einer natürlichen und nicht beeinträchtigten Verjüngungsdynamik dienen. Falls Eingriffe vom Eigentümer durchgeführt werden, die den Status als Generhaltungsobjekt gefährden, ist die zuständige Behörde (ASP) zu verständigen und die weitere Eignung des Bestandes zur Generhaltung zu überprüfen. Ggf. ist ein Ersatzbestand zu suchen
- Bei Saatguterntebeständen, die auch als Generhaltungsobjekte ausgeschieden sind, wird dies zusätzlich im Erntezulassungsregister mit dem Vermerk „Generhaltungsobjekt“ eingetragen.
- Der Zustand der *in-situ*-Generhaltungsobjekte/-aspiranten wird in regelmäßigen Abständen durch das ASP überprüft und dokumentiert. Generhaltungsbestände werden mindestens alle 10 Jahre überprüft, Kleinvorkommen alle 5 Jahre. Das Ergebnis wird in den „Statusbericht zum Erhalt forstlicher Genressourcen in Bayern“ aufgenommen, der alle fünf Jahre durch das ASP erstellt wird.



Abb. 13: Einzelobjekte wie hier eine bayerische Säulenfichte in den Hochlagen der Alpen können sich durch besondere genetische Eigenschaften auszeichnen, sind jedoch aufgrund Inzucht und hohem Verlustrisiko für die *in-situ*-Erhaltung ungeeignet (Foto: Gerhard Huber, ASP)

6 EX-SITU-MASSNAHMEN

Die in Bayern vorgesehenen *ex-situ*-Maßnahmen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen lassen sich in zwei Kategorien einteilen: **dynamische Verfahren** und **statische Verfahren**. Bei den dynamischen Verfahren erfolgt die Erhaltung unter natürlichen Bedingungen und damit unter dem Einfluss standörtlicher Selektionsprozesse (dynamisch) in Beständen und Samenplantagen. Dabei wird Pflanzmaterial (Klone bzw. Sämlinge) von Einzelbäumen und/oder Beständen erzeugt und außerhalb des Wuchsortes angepflanzt. Neben der Erhaltung wertvoller und vom Verlust bedrohter Genotypen werden so auch neue Reproduktionseinheiten geschaffen, die später zur Gewinnung von Vermehrungsgut genutzt werden können. Zu den dynamischen Verfahren der *ex-situ*-Generhaltung gehören in Bayern *ex-situ*-Generhaltungsbestände (Kap. 6.1) und Erhaltungssamenplantagen (Kap. 6.2).

Im Gegensatz zu den dynamischen Verfahren hat die statische *ex-situ*-Erhaltung von forstlichen Genressourcen die Sicherung des Ist-Zustandes zum Ziel. Seltene oder forstwirtschaftlich besonders bedeutsame Arten bzw. Populationen und Individuen (Einzelbäume) oder ihre Nachkommen lassen sich so über lange Zeiträume erhalten. Bayern setzt dabei auf die Anlage von Klonarchiven oder Mutterquartieren und die langfristige Saatgutlagerung in einer Genbank.

6.1 *Ex-situ*-Generhaltungsbestände

Ex-situ-Generhaltungsbestände werden mit Vermehrungsgut definierter Herkunft künstlich begründet, um die Herkünfte bzw. Vorkommen langfristig außerhalb des Wuchsortes zu sichern. Es kann sich dabei zum einen um Bestände handeln, deren Nachkommen sich in Herkunftsversuchen durch überdurchschnittlich gute Form- und Wuchseigenschaften als forstlich besonders geeignet erwiesen haben und auf die langfristig der kontinuierliche Zugriff zur Erzeugung wertvollen Vermehrungsgutes nicht gegeben ist. Die so neu begründeten *ex-situ*-Bestände werden in Bayern als *Saatgutreservebestände* bezeichnet. Neben der Erhaltung der wertvollen Genressourcen dienen sie auch der Erzeugung von hochwertigem Vermehrungsgut.

Zum anderen werden Nachkommen von Einzelbäumen oder Beständen mit wertvollem oder seltenem Genmaterial, die am Wuchsort in ihrer Existenz bedroht sind, in neuen Populationen zusammengebracht und so erhalten.

Diese Maßnahmen werden vor allem bei Kleinstvorkommen seltener Baumarten angewendet (z.B. Wildapfel, Wildbirne, Speierling).

Die Begründung eines *ex-situ*-Bestandes umfasst:

- die Beerntung der gefährdeten Ressource. Dabei muss darauf geachtet werden, dass das Ausgangsmaterial den zu erhaltenden Bestand möglichst vollständig repräsentiert,
- die Anzucht des Pflanzmaterials unter kontrollierten Bedingungen,
- alternative vegetative Vermehrung durch Pfropfung,
- die fallweise Überprüfung auf Artreinheit,
- die Auspflanzung auf einen Standort mit Verhältnissen, die denen des Ursprungsortes möglichst ähnlich sind und eine langfristige Erhaltung des Bestandes ermöglichen,
- die Pflege des Bestandes,
- die genaue Dokumentation der Pflanzfläche in der Datenbank der Generhaltungsobjekte (BayForGen).

Die Bewirtschaftung der *Saatgutreservebestände* erfolgt im Gegensatz zu reinen Generhaltungsbeständen vergleichbar der von Samenplantagen, d.h. die künftigen Erntebäume sollen Solitärcharakter mit möglichst tiefreichenden Kronen haben.

Daher sind bei der waldbaulichen Behandlung der Saatgutreservebestände folgende Grundsätze zu beachten:

- konsequente Entnahme aller Mischbaumarten,
- Förderung vorherrschender und herrschender Bäume mit dem Ziel eines guten Kronenausbaus (kein Kronenschluss) und der Fruktifikation,
- laufend starke Durchforstungseingriffe (vollständige Entnahme des Zwischen- und Unterstands sowie regelmäßige Entnahme von Bedrängern vorherrschender Bäume), um die Bestände begehbar zu halten und die Entwicklung großkroniger Erntebäume zu fördern. Frühzeitiges Absenken der Stammzahl ab der Stangenholzphase auf ca. 120 Saatguterntebäume/ha (Mindestbaumabstand 9 m),
- Erschließung der Bestände mit Rückegassen,

- Bei Douglasie: möglichst großer Abstand zu Nachbarbeständen mit Douglasie, um eine Fremdbestäubung mit unbekanntem Herkunft auszuschließen. Alternativ genetische Charakterisierung der Douglasien in Nachbarbeständen zur Bestimmung der Varietät. Bei Inlandsdouglasien im Nahbereich eines Saatgutreservebestandes der Küstendouglasie sind erstere vollständig zu entnehmen.

Zur Sicherstellung einer einheitlichen Behandlung und einer dauerhaften Dokumentation werden die Bestände in gegenseitigem Einvernehmen zwischen Forstverwaltung und BaySF betreut. Das ASP veranlasst notwendige Maßnahmen federführend in Rücksprache mit dem jeweiligen Forstbetrieb. Die Forstbetriebe melden aus ihrer Sicht notwendige Maßnahmen dem ASP vorab.



Abb. 14: Zum Erhalt wertvoller genetischer Ressourcen angelegter Douglasienbestand in der Nähe von Landsberg am Lech (Generhaltungsbestand) (Foto: Randolph Schirmer, ASP)

6.2 Erhaltungssamenplantagen

Samenplantagen sind künstlich begründete Populationen, in denen ausgewählte Genotypen zu einer Reproduktionseinheit zusammengebracht werden, mit dem Zweck der Erzeugung von Saatgut oder zur Erhaltung wertvollen Genmaterials.

Erhaltungssamenplantagen werden angelegt, um Saatgut von wertvollen autochthonen wie nicht autochthonen, aber seltenen Waldbaumpopulationen oder Einzelbäumen zu gewinnen, die vom Aussterben, von ausschließlicher Selbstbestäubung oder von unerwünschter Fremdbestäubung bedroht sind, oder die wegen standortsbedingter schlechter Fruktifikation nur äußerst selten beerntet werden können. Zu Generhaltungszwecken werden zu erhaltende ausgewählte Einzelbäume ausschließlich vegetativ vermehrt (Pfropflinge, Stecklinge). So wird sichergestellt, dass die Erbanlagen der Pfropflinge mit denen der ausgewählten und damit bekannten Elternbäume identisch sind. Neben dem Erhalt der wertvollen Genressourcen haben Generhaltungsplantagen auch eine Pufferfunktion bei Versorgungsengpässen mit geeignetem Saatgut.

Da die Neuanlage von Samenplantagen kostenintensiv ist, soll sie in Bayern nur erfolgen, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

a) Die natürliche Vermehrung von wertvollen Populationen ist *in-situ* gefährdet.

Wo erhaltungswürdige Populationen oder Einzelbäume an ihrem natürlichen Standort durch äußere Einflüsse wie z.B. Schadstoffemissionen oder Trockenheit gefährdet sind, kann ihr Erbgut zumindest teilweise in *ex-situ*-Generhaltungsplantagen an ungefährdeten Orten gesichert werden. Bei der Pfropfreiserzeugung muss darauf geachtet werden, dass die zu sichernde Population auch möglichst repräsentativ erfasst wird.

b) Die Fruktifikation bzw. Beerntbarkeit am natürlichen Standort ist mangelhaft.

Aufgrund extremer Klimabedingungen in den Hochlagen der bayerischen Alpen oder in den ostbayerischen Mittelgebirgen fruktifizieren die Bäume dort relativ selten und liefern nur geringe Saatgutmengen. Oft sind die Erntebestände zur Reifezeit des Saatgutes wegen hoher Schneelage nicht erreichbar. Durch die Anlage von Samenplantagen in klimatisch begünstigten Gebieten fruktifizieren die Bäume häufiger und liefern bessere Saatguterträge.

c) Der Genpool der Nachkommen der wertvollen Population wird durch unerwünschte Bestäubung signifikant beeinflusst.

In wertvollen, z.B. überwiegend autochthonen Populationen besteht die Gefahr der Fremdbestäubung durch nichtautochthone Bestandesteile. Können diese aus Stabilitätsgründen nicht entfernt werden, ist die Anlage einer Pfropflingsplantage ausgewählter Plusbäume notwendig. Um eine unerwünschte Bestäubung auszuschließen, hat die Anlage in Gebieten zu erfolgen, in denen ein Mindestabstand von 400 m zu Individuen der gleichen Art eingehalten werden kann.

In den kommenden Jahren wird ein Schwerpunkt auf den Erhalt wertvoller Genressourcen wichtiger Baumarten (z.B. Buche, Bergahorn) in den östlichen Mittelgebirgen Bayerns gesetzt. Die neu anzulegenden Erhaltungssamenplantagen sollen langfristig auch zur Versorgung mit hochwertigem Saatgut in Bayern beitragen und die Unabhängigkeit der Saatgutversorgung mit ausgewählten Herkünften dieser Baumarten gewährleisten.

In kleinerem Umfang sollen auch Erhaltungssamenplantagen für seltene und gefährdete Straucharten, z.B. für die Gestaltung von Waldrändern angelegt werden. Der Schwerpunkt liegt bei Arten bzw. Herkünften aus dem Alpenbereich und den Hochlagen der Mittelgebirge. Bei den übrigen Herkünften besteht nur Handlungsbedarf, wenn von privaten Baumschulbetrieben nicht genügend Vermehrungsgut bereitgestellt werden kann.



Abb. 15:
Pfropflinge des Bergahorns, der bei der Begründung eines klimata- und standortgerechten Waldes für die Zukunft eine wichtige Rolle spielt (Foto: Kinga Jánosi, ASP)

6.3 Klonarchive und Mutterquartiere

Klone wertvoller Einzelbäume werden in Klonsammlungen (Klonarchiven) erhalten. Dort ist ein direkter Zugriff für spätere vegetative Vermehrung oder als Elternmaterial für züchterische Zwecke jederzeit möglich. Wird eine größere Stückzahl ausgewählter Klone an einem Ort vorgehalten mit dem Ziel, Vermehrungsgut in größeren Mengen (Stückzahlen) zu produzieren, so spricht man von Mutterquartieren (Beete zur Erzeugung von Stecklingen). Klonarchive und Mutterquartiere erfüllen dabei nicht nur die Funktion der Erhaltung der Sorten. Als gesicherte Quelle von hochwertigem und teilweise geprüftem Pflanzmaterial, sind sie auch die Grundlage für eine nachhaltige Nutzung dieser wertvollen Genressourcen.

In Bayern liegt der Schwerpunkt bei dieser Generhaltungsmaßnahme auf der einheimischen Schwarzpappel und der Hybridpappel. In kleinerem Umfang werden auch Aspen- und Weidensorten in Klonsammlungen vorgehalten.

Bei der Anlage von Schwarzpappel-mutterquartieren zur Sicherung der noch vorhandenen genetischen Vielfalt dieser heimischen Baumart muss folgende Vorgehensweise beachtet werden (LUCKAS 2010):

- Stecklinge werden im Winterhalbjahr nur von auf ihre Artreinheit genetisch überprüften Mutterbäumen geschnitten.
- Am geeignetsten sind bleistiftdicke Austriebe von Stockausschlägen, Wasserreisern und Wurzelbrutschösslingen.
- Die Pflanzenteile werden nach Beerntung im Winter kühl gelagert, im zeitigen Frühjahr in Töpfe gepflanzt und im Gewächshaus angezogen.
- Zweijährige Topfpflanzen werden, getrennt nach ihrem Ursprung, unterteilt nach Gewässer ins Mutterquartier ausgepflanzt.

Nach einer Etablierungsphase von zwei bis drei Jahren können die Mutterquartiere jährlich zur Gewinnung von Steckhölzern für die Wiedereinbringung dieser ökologisch wichtigen Baumart in Auwälder zurückgeschnitten werden.

In Zeiten steigender Nachfrage nach energetisch- bzw. stofflich verwertbarem Holz sind schnellwachsende Klone der Hybridpappel von großer Bedeutung. Deshalb ist der Aufbau einer möglichst umfangreichen Klonsammlung mit Pappelsorten aus früheren bzw. neueren Züchtungen aus dem In- und Ausland ein Ziel zur Sicherung

dieses wertvollen Genmaterials für Bayern. Steckhölzer aus der Klonsammlung können in Sortenprüffeldern ausgepflanzt oder, soweit es sich um Sorten der FoVG Kategorie „geprüft“ handelt, an Baumschulen zur Anlage von Mutterquartieren weitergegeben werden.

Die Anlage der Klonsammlung und Mutterquartiere für Hybridpappel erfolgt durch direkte Ausbringung des Stecklings in das Freiland. Für jeden Klon wird im molekulargenetischen Labor ein genetischer Fingerabdruck erstellt. Dieses Sortenkataster kann zur Sortenidentifizierung im Rahmen der Kontrollen von Baumschulen nach dem FoVG genutzt werden.

Jeder Teil der Klonsammlung bzw. jedes Mutterquartier wird eingemessen und in die Datenbank für forstgenetische Ressourcen in Bayern eingetragen. Mutterquartiere, die zur Erzeugung von Vermehrungsgut nach dem Forstvermehrungsgutgesetz genutzt werden, sind im Erntezulassungsregister mit einer eigenen Registernummer erfasst.

Für die Anlage, Erweiterung und Pflege der Mutterquartiere und der Klonsammlung sowie die Erstellung der molekulargenetischen Fingerabdrücke zur Sortenüberprüfung ist das ASP zuständig.



Abb. 16: Eine Vielzahl an ausgewählten Pappelklonen wächst in den Mutterquartieren des ASP um für unterschiedliche Ansprüche (Standortsbedingungen, Wuchsverhalten) Ausgangsmaterial zur Anlage von Kurzumtriebsplantagen liefern zu können (Foto: ASP)

6.4 Langfristige Saatguteinlagerung

Die langfristige Saatgutlagerung ist vor allem für Nadelbaumarten und die meisten kleinfrüchtigen Laubbaumarten ein wirkungsvolles Instrument der *ex-situ* Erhaltung. Bei dieser Maßnahme können umfangreiche genetische Informationen auf engem Raum unter kontrollierten und optimierten Bedingungen über einen längeren Zeitraum erhalten werden. Diese Form der Lagerung ist technisch relativ einfach und preiswert. Auch die Rückführung in die Natur gelingt meist ohne Probleme.

In Bayern wird diese Form der Generhaltung seit 1989 in einer forstlichen Genbank am ASP betrieben. Die aus zwei Kühlräumen (-10 °C und -20 °C) mit einer Nutzfläche von insgesamt 55 m² bestehende Genbank dient neben Zwecken der Generhaltung auch der Vorhaltung von Saatgutreserven z.B. für die Schutzwaldsanierung sowie der langfristigen Lagerung von Referenzmaterial aus Saatguternten in Süddeutschland zum Zwecke der Herkunftssicherung über genetische Analysen. Zusätzlich sind dort auch vielfältige Proben für die genetischen Laboruntersuchungen gelagert. Durch den 2014 in Betrieb genommenen Neubau wurde die Infrastruktur der Genbank erweitert, modernisiert und optimiert.



Abb. 17: Kühlraum der Genbank des ASP (Foto: ASP)

Für Generhaltungszwecke wird Saatgut von autochthonen oder gut angepassten Beständen aber auch von gefährdeten Baumarten je nach Baumart bei $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingelagert. In der bayerischen forstlichen Genbank werden nur Baumarten erhalten, deren Saatgut eine Lagerung über mehr als fünf Jahre ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit überdauert. Ausgehend von den Erfahrungen des ASP seit 1989 wird die *ex-situ* Erhaltung durch langfristige Saatgutlagerung nur auf die in der Tabelle 5 enthaltenen Baumarten angewendet.

Tab. 5: Baumarten für die die langfristige Saatgutlagerung als Generhaltungsmaßnahme in Bayern angewendet wird

Nadelbäume

BAUMART	LAGERTEMPERATUR [°C]	BEMERKUNGEN
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	- 20	über 20 Jahre Lagerung ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit
Eibe <i>Taxus baccata</i>	- 10	noch geringe Erfahrungen mit der Langzeitlagerung; Forschungsbedarf
Fichte <i>Picea abies</i>	- 20	über 25 Jahre Lagerung ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit
Kiefer (alle Arten) <i>Pinus sp.</i>	- 20	über 25 Jahre Lagerung ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit
Lärche (alle Arten) <i>Larix sp.</i>	- 20	über 25 Jahre Lagerung ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit

Laubbäume

BAUMART	LAGERTEMPERATUR [°C]	BEMERKUNGEN
Birke (alle Arten) <i>Betula sp.</i>	- 10	über 20 Jahre Lagerung ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit
Erle (alle Arten) <i>Alnus sp.</i>	- 20	nach ca. 20 Jahren teils geringer, teils stärkerer Rückgang der Keimfähigkeit
Esche <i>Fraxinus excelsior</i>	- 10	nach ca. 20 Jahren stärkerer Rückgang der Keimfähigkeit
Hainbuche <i>Carpinus betulus</i>	- 10	nach ca. 20 Jahren teils geringer, teils stärkerer Rückgang der Keimfähigkeit
Linde (alle Arten) <i>Tilia sp.</i>	- 10	nach c. 20 Jahren stärkerer Rückgang der Keimfähigkeit
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>	- 10	über 20 Jahre Lagerung ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit

Saatgut von **Buche**, **Spitzahorn** und **Weißtanne** ist bislang nur bis höchstens fünf Jahre ohne nennenswerten Verlust der Keimfähigkeit lagerbar. Angesichts der Wichtigkeit dieser Baumarten im Klimawandel und ausgehend von Erfahrungen Dritter (z.B. USA, mündliche Mitteilung der Firma SilvaSeed) wird das ASP bei diesen Baumarten weitere Versuche zur Optimierung der Lagerfähigkeit anstellen. Als nicht lagerfähig haben sich die Samen der **Eichenarten** und des **Bergahorn** erwiesen. Auch Versuche zur Optimierung der Lagerfähigkeit waren bei diesen Baumarten erfolglos.

Da das Saatgut neben der Generhaltung in bestimmten Fällen auch der Vorratshaltung für Versorgungsengpässe dient und bei der Wiedereinbringung die Vorgaben des Forstvermehrungsgutgesetzes erfüllt werden müssen, wird bei dieser Maßnahme nach Herkunftsgebieten und nicht nach Generhaltungszonen vorgegangen.

Mittelfristig soll von jeder Baumart je Herkunftsgebiet eine bestimmte Anzahl von Partien eingelagert werden (vgl. Tab. 6), die sich aus der geschätzten Waldfläche im Herkunftsgebiet, der Abschätzung des Fruktifikationsgeschehens der letzten 20 Jahre und der Erntetätigkeit der letzten 12 Jahre (Eintrag der Ernten in das EZR) ergibt. Die Anforderungen der Schutzwaldsanierung werden zusätzlich berücksichtigt. Bevorzugt sollen Partien aus Samenplantagen und geprüften Erntebeständen eingelagert werden. Zusätzlich sollen alle Standardherkünfte eingelagert werden, als Vorratshaltung für Versuchszwecke. Unterliegt ein Bestand besonderen Gefährdungen, die bis zu seiner Extinktion führen können, soll ebenfalls Saatgut von ihm eingelagert werden. Dies kann z.B. aktuell bei Saatguterntebeständen der Esche (Gefährdung durch Eschentriebsterben), der Roterle (Gefährdung durch Phytophthora) oder der Fichte in bestimmten Regionen Bayerns (Gefährdung durch Borkenkäfer) der Fall sein.

Tab. 6: Mindestzahl an einzulagernden Satgutpartien je Herkunftsgebiet. Herkunftsgebiete für die keine Einlagerung vorgesehen ist, sind nicht angegeben

BAUMART	HKG	BEZEICHNUNG	ANZAHL PARTIEN
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	853 04	West- und Süddeutsches Hügel- und Bergland sowie Alpen, kolline Stufe bis 500 m	Mindestens 3 Partien von in den HKE enthaltenen Herkünften auch aus dem Ausland
	853 05	West- und Süddeutsches Hügel- und Bergland sowie Alpen, kolline Stufe > 500 m	Mindestens 3 Partien von in den HKE enthaltenen Herkünften auch aus dem Ausland
	853 06	Südostdeutsches Hügel- und Bergland	Mindestens 3 Partien von in den HKE enthaltenen Herkünften auch aus dem Ausland
Esche <i>Fraxinus excelsior</i>	811 04	Westdeutsches Bergland	z. Zt. Einlagerung nur in Ausnahmefällen aus Beständen oder Plantagen von besonderer Vitalität, bei denen keine Symptome des Eschentriebsterbens beobachtet wurden
	811 05	Oberrheingraben	
	811 06	Südostdeutsches Hügel- und Bergland	
	811 07	Süddeutsches Hügel- und Bergland	
	811 08	Alpen und Alpenvorland	
Europäische Lärche <i>Larix deoidua</i>	837 03	West- und Süddeutsches Hügel- und Bergland	1
	837 06	Alpen, montane Stufe 900 bis 1.300 m	4, darunter 1 SPL
	837 07	Alpen, subalpine Stufe über 1.300 m	4, darunter 1 SPL
Fichte <i>Picea abies</i>	840 11	Thüringer Wald und Frankenwald kolline Stufe bis 600 m	1
	840 12	Thüringer Wald und Frankenwald montane Stufe > 600 m	1
	840 18	Fichtelgebirge u. Oberpfälzer Wald submontane Stufe bis 800 m	2
	840 19	Fichtelgebirge u. Oberpfälzer Wald hochmontane Stufe > 800 m	3, darunter 1 SPL
	840 20	Bayerischer Wald - submontane Stufe bis 800 m	2
	840 21	Bayerischer Wald - montane Stufe 800 – 1.100 m	3, darunter 2 SPL
	840 22	Bayerischer Wald - hochmontane Stufe > 1.100 m	4, darunter 1 SPL
	840 27	Alpenvorland	2
	840 28	Alpen - submontane Stufe bis 900	2
	840 29	Alpen - hochmontane Stufe 900 m – 1.300 m	3, darunter 2 SPL
	840 30	Alpen - subalpine Stufe > 1.300 m	3, darunter 1 SPL
Hainbuche <i>Carpinus betulus</i>	806 04	West- u. Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland	2

BAUMART	HKG	BEZEICHNUNG	ANZAHL PARTIEN
Moorbirke <i>Betula pubescens</i>	805 03	Südostdeutsches Hügel- und Bergland	1
Sandbirke <i>Betula pendula</i>	804 04	West- u. Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland	2
Schwarzerle <i>Alnus glutinosa</i>	802 04	Westdeutsches Bergland	1
	802 07	Süddeutsches Hügel- u. Bergland	3, darunter 1 SPL
	802 08	Alpen und Alpenvorland	2, darunter 1 SPL
Sommerlinde <i>Tilia platyphyllos</i>	824 04	West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland	1
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>	814 04	West- und Süddeutsches Bergland sowie Alpen und Alpenvorland	3, darunter 2 SPL i
Waldkiefer <i>Pinus sylvestris</i>	851 12	Oberes Vogtland und nordostbayerische Mittelgebirge	2, darunter 1 SPL
	851 15	Mittelfränkisches Hügelland	2
	851 17	Ostbayerische Mittelgebirge kolline Stufe bis 600 m	1
	851 22	Alpen - submontane Stufe bis 900 m	2
	851 23	Alpen - hochmontane Stufe über 900 m	2, darunter 1 SPL
Winterlinde <i>Tilia cordata</i>	823 04	Westdeutsches Bergland	1
	823 06	Südostdeutsches Hügel- und Bergland	2
	823 07	Süddeutsches Hügel- und Bergland	4, darunter 3 SPL
	823 08	Alpen und Alpenvorland	2, darunter 1 SPL

Das Saatgut soll überwiegend aus regulären Ernten stammen. In Ausnahmefällen ist auch eine Beerntung nur für die langfristige Einlagerung möglich. Dabei sollen die Vorschriften des FoVG eingehalten werden, auch bei Baumarten, die diesem Gesetz nicht unterliegen. Ziel ist die Sicherung einer möglichst breiten genetischen Vielfalt und der Repräsentativität des Erntebestandes im Saatgut.

Beim Saatgut muss der Ausgangsbestand zweifelsfrei bekannt sein. Jahre mit Vollmast sollen für die Einlagerung bevorzugt genutzt werden. Bei Plantagen ist die wiederholte Beerntung und Einlagerung für vergleichende Untersuchungen anzustreben.

Die **Menge des einzulagernden Saatgutes** je Partie wird so bemessen, dass unter Berücksichtigung der zu erwartenden Ausfallquote (Keimprozent) davon ausgegangen werden kann, dass für Baumarten mit hoher forstwirtschaftlicher Bedeutung (darunter auch Pionier-, Begleit- bzw. Mischbaumarten) nach 10 Jahren rund 10.000 Pflanzen nachgezogen werden können. Die Einlagerung von Saatgut seltener Baumarten, richtet sich nach dem jeweiligen Saatgutanteil. Es sollte grundsätzlich nur so viel Saatgut eingelagert werden, dass die *ex-situ*-Erhaltung zu keinem Zeitpunkt beeinträchtigt wird.

Die Vorgehensweise bei der Einlagerung von Saatgut ist unter „Handlungsanweisung zur langfristigen Saatgutlagerung in der forstlichen Genbank Bayern“ beschrieben.

7 SELTENE BAUMARTEN

Die seltenen Baumarten haben wichtige ökologische Funktionen und tragen zum Erhalt der Biodiversität in unseren Wäldern bei. Sie stehen wegen ihrer Seltenheit im besonderen Fokus der forstlichen Generhaltung (hohe Erhaltungsdringlichkeit). Im Hinblick auf die globalen Herausforderungen wie Klimawandel und nachhaltige Waldwirtschaft gewinnen viele dieser Arten an Bedeutung.

7.1 Erfassung und Evaluierung seltener Baumarten in Bayern

Als selten werden Baumarten bezeichnet, die weniger als 1 % der ideellen Baumartenfläche in Deutschland einnehmen (MAURER und TABEL 2003). In Bayern werden derzeit 21 Baum- oder Gehölzarten (ohne strauchförmige Weiden- und Birkenarten) dieser Gruppe zugerechnet (vgl. Tab. 7) In Bayern liegt ihr Anteil schätzungsweise unter 2 % der gesamten Waldfläche.

Von den seltenen Baumarten sind in Bayern die Eibe, der Speierling (RIEDERER, 2013), der Wildapfel (HUBER 2013) und die Wildbirne (KÄTZEL et al. 2013) stark gefährdet. Gleiches gilt auch für die Bergulme. Als regional gefährdet gilt die Schwarzpappel (HUBER 2010). Die übrigen Arten sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht akut gefährdet. Allerdings gibt es große regionale Unterschiede und baumartenspezifische Gefährdungspotentiale (HUBER und WURM 2014). Regionale Verbreitungsschwerpunkte in Bayern besitzen die Zirbe und die Grünerle, die als Hochgebirgsarten nur in einem kleinen Teilareal der Alpen vorkommen.

Die meisten seltenen Baumarten haben ein stark zersplittertes Areal, sind einzeln beigemischt und/oder weisen nur geringe Populationsgrößen auf. Dies wirkt sich negativ auf die Befruchtungsverhältnisse und den Genfluss innerhalb und zwischen den Populationen aus. Bei kleinen Populationen können genetische Drift- und Flaschenhalseffekte sowie Inzucht innerhalb kurzer Zeit zu einem Verlust an genetischer Information führen. Dadurch wird die Anpassungsfähigkeit der Populationen weiter reduziert.

Nur wenige der seltenen Baumarten unterliegen dem Forstvermehrungsgutgesetz. Der dadurch mögliche europaweite, unkontrollierte Handel mit Vermehrungsgut dieser Ar-

ten erhöht die Gefahr der Verfälschung des noch vorhandenen heimischen Genpools.

Bei einigen Arten wie Schwarzpappel, Wildapfel und Wildbirne tritt zudem Hybridisierung (Introgression) mit Hybrid- oder Kultursorten auf. Dadurch wird der Anteil der reinen Wildformen immer stärker zurückgedrängt. Diese sind somit langfristig vom Aussterben bedroht, wenn keine geeigneten Erhaltungs-Maßnahmen durchgeführt werden.

Hohe Priorität für die Einleitung von Generhaltungsmaßnahmen haben demnach die Baumarten Eibe, Mehlbeere, Elsbeere, Speierling, Bergulme, Feldulme, Flatterulme, Wildbirne, Wildapfel und Silberpappel, mittlere Priorität haben Spirke, Grünerle, Grauerle, Silberweide und Zirbe. Bei Eberesche, Feldahorn, Gemeiner Traubenkirsche und Salweide wird nach dem vorliegenden Kenntnisstand keine Notwendigkeit zur Einleitung von gezielten Generhaltungsmaßnahmen gesehen.



Abb. 18: Vitale Wildbirnen wie dieses Exemplar sind in Bayern äußerst selten.
(Foto: Andreas Wurm, ASP)

7.2 Maßnahmen zum Erhalt seltener Baumarten

Als erster Schritt ist die *Erfassung der Vorkommen* der seltenen Baumarten erforderlich. Andere Inventuren wie z.B. die Bundeswaldinventur (BWI) oder die Biotopkartierung haben sich für die Kartierung von sehr seltenen Arten als ungeeignet erwiesen, da die aufgenommenen Parameter zu ungenau oder die Aufnahmeraster zu groß sind.

Bei Vorkommen mit mindestens fünf reproduktionsfähigen Individuen wird geprüft, ob eine *in-situ Erhaltung* möglich und sinnvoll ist und welche waldbaulichen Maßnahmen geeignet sind, diese zu gewährleisten. In Frage kommen z.B. Pflegekonzepte, die die seltene Baumart fördern (baumartenspezifisch) oder Ergänzungspflanzungen mit Vermehrungsgut, das aus dem Vorkommen stammt. Die Maßnahmen werden nach Auswahl der Vorkommen durch das ASP geplant und im Einvernehmen mit dem Waldbesitzer umgesetzt (vgl. Kap. 5.4).

In Bereichen mit zersplitterten Vorkommen, in denen die Gefahr der weiteren Verinselung und Isolierung zu erwarten ist, sollen auf geeigneten Standorten *zusätzliche Populationen* (Gründerpopulationen) *etabliert* werden, die langfristig über einen Genaustausch in Biotopverbänden zu größeren Metapopulationen führen (SCHRÖDER et al. 2003). Hierzu sind regionale Wiederansiedelungskonzepte durch das ASP unter Einbezug der AELF und weiterer Behörden (z.B. Naturschutz) zu planen.

Das dafür benötigte Pflanzgut muss aus heimischen Beständen geerntet werden. Die *Ausweisung von Erntebeständen* ist somit ein wichtiger Teil von Generhaltungsmaßnahmen.

Bei sehr kleinen Populationen oder Reliktorkommen sowie wertvollen Einzelbäumen ist nur die Erhaltung über *ex-situ Maßnahmen* sinnvoll. Diese beinhalten die Sicherung der vorhandenen Genotypen in:

- Erhaltungssamenplantagen (Mehlbeere, Wildapfel, Wildbirne, Elsbeere, Speierling, Grünerle, Weißerle, Gemeine Traubenkirsche, Gemeine Eberesche (Vogelbeere), Zirbe, Spirke),
- Saatgutreservebeständen (Speierling, Elsbeere, Feldahorn, Zirbe, Spirke),
- Mutterquartieren zur vegetativen Vermehrung (Schwarzpappel, Zitterpappel, Silberpappel, Silberweide, Salweide),

- durch langfristige Saatguteinlagerung in der Genbank (Eibe, Wildapfel, Wildbirne, Speierling, Elsbeere, Gemeine Eberesche (Vogelbeere), Grünerle, Weißerle, Gemeine Traubenkirsche, Zirbe, Spirke).

Zusätzlich zu den erwähnten Maßnahmen ist die Regulierung der Wilddichten in Gebieten mit Kleinvorkommen für die meisten seltenen Baumarten notwendig, um das Überleben ihrer Verjüngung zu sichern und den Verbiss nachhaltig zu reduzieren.

Die mittelfristig geplanten Generhaltungsmaßnahmen für seltene Baumarten sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Erste Maßnahme bei allen Baumarten ist die detaillierte Erfassung der Vorkommen nach einem einheitlichen Kartierschema (siehe Teil C. Anlagen). Bis auf Salweide soll zudem versucht werden, für alle seltenen Baumarten Erntebestände auszuweisen, wobei die Anzahl je nach Marktnachfrage unterschiedlich ist. Die weiteren Maßnahmen differenzieren sich nach Baumarten und Generhaltungszonen. Zudem kann die Schwerpunktsetzung je nach Baumart unterschiedlich sein.

Für *Eibe*, *Wildapfel*, *Wildbirne* und *Speierling*, die in Bayern als gefährdet gelten, sind die Anlage von Plantagen und die Einlagerung von Saatgut sowie die Ausweisung von Erntebeständen vordringlich.

Aufgrund der hohen Verbissgefährdung zählt bei **Eibe** die Verminderung der Wilddichte in den Vorkommensgebieten zu den wichtigsten Maßnahmen für ihren Erhalt.

Beim **Wildapfel** muss die genetische Überprüfung der noch vorhandenen Individuen auf Artreinheit (Hybridisierungsgefahr) durchgeführt werden, da die Nachzucht des Wildapfels nur mit überprüfem Material erfolgen darf.

Zu den Schwerpunkten der Generhaltungsmaßnahmen bei der **Wildbirne** zählen *in-situ* Erhaltungsmaßnahmen, insbesondere in den Hauptverbreitungsgebieten und die gezielte Beerntung der noch vorhandenen autochthonen Wildbirnenpopulationen.

Beim **Speierling** sind Einzelbäume und Baumgruppen *in-situ* zu fördern und die Nachzucht zu intensivieren. Bei besonders schützenswerten Vorkommen soll die forstwirtschaftliche Nutzung bis zur erfolgreichen Verjüngung ausgesetzt werden.

Zu den wichtigsten Erhaltungsmaßnahmen der **Elsbeere** zählt die waldbauliche Förderung in Mischbeständen durch Kronenpflege und begünstigende Pflegeeingriffe.

Da die Elsbeere nicht dem Forstvermehrungsgutrecht unterliegt, sollten geeignete Erntebestände in Bayern im Rahmen der Generhaltung ausgewiesen werden, um die Versorgung mit qualitativ hochwertigen Saat- und Pflanzgut sicherzustellen. Darüber hinaus sollte die Baumart am zukünftigen Waldaufbau durch künstliche Einbringung in Kulturen und an Waldrändern stärker beteiligt werden (FAUST und FUSSI, 2011). Da Elsbeere mit Mehlbeere hybridisiert, sind gesonderte Untersuchungen zur Artreinheit notwendig.

Bei **Grünerle** und **Zirbe**, die in Bayern nur in den höheren Lagen der Alpen in kleinen Populationen vorkommen, steht die *in-situ* Sicherung der Hauptvorkommen im Vordergrund. Die Ausweisung von Erntebeständen und die Anlage von Erhaltungsplantagen sowie die Einlagerung von Saatgut werden als erforderlich erachtet, um den vorhandenen Genpool dieser marginalen Populationen nachhaltig zu sichern. Dies gilt auch für die **Spirke**.

Die **Gemeine Traubenkirsche** und der **Feldahorn** unterliegen nicht dem FoVG. Es ist darauf zu achten, dass bei künstlicher Einbringung im Wald kein ungeeignetes Saatgut Verwendung findet. Zum Schutz der autochthonen Vorkommen sind daher geeignete *in-situ* Generhaltungsbestände als Erntebestände auszuweisen.

Bei **Weißerle** (auch Grauerle genannt) sind Erhaltungsmaßnahmen v.a. auf Sonderstandorten oder im nördlichen Verbreitungsgebiet innerhalb Bayerns erforderlich.

Für **Zitter-** und **Silberpappel** sowie **Silber-** und **Salweide** sind Mutterquartiere mit ausgewählten Klonen aufzubauen.



Abb. 19: Blüte des Wildapfels (Foto: Gerhard Huber, ASP)



Abb. 20: Die Vorkommen der Zirbe in den Bayerischen Alpen beschränken sich auf wenige kleinere Vorkommen (Foto: Gerhard Huber, ASP)

Tab. 7: Geplante Erhaltungsmaßnahmen bei seltenen Baumarten in Bayern

BAUMART	ANZAHL AUSZUWEISENDER <i>IN-SITU</i> -GENERHALTUNGSOBJEKTE					ANZAHL			
	G1	G2	G3	G4	G5	EB	MQ	P	S
Bergulme <i>Ulmus glabra</i>	1	1	1	1	2	2		2	
Eberesche <i>Sorbus aucuparia</i>		2	2		2	3		1	X
Eibe <i>Taxus baccata</i>		1	1	1	1	3			X
Elsbeere <i>Sorbus torminalis</i>		1		1		2		1	X
Feldahorn <i>Acer campestre</i>	3	3	1	1		3		1	
Feldulme <i>Ulmus minor</i>	1	1	1	1		2		1	X
Flatterulme <i>Ulmus laevis</i>	1	1	1	1		2		1	
Grünerle <i>Alnus viridis</i>					4	2		1	X
Mehlbeere <i>Sorbus aria</i>					2	1		1	X
Salweide <i>Salix caprea</i>	1	1	1	1			1		
Schwarzpappel <i>Populus nigra</i>	1			7		8	1		
Silberpappel <i>Populus alba</i>	1	1	1	1		2	1		
Silberweide <i>Salix alba</i>	1	1	1	1		3	1		
Speierling <i>Sorbus domestica</i>	2	1				2		1	X
Spirke <i>Pinus mugo</i>					2			1	X
Traubenkirsche <i>Prunus padus</i>	1	1	1	1		1		1	X
Weißerle <i>Alnus incana</i>	1	1	1	4	1	5		2	X

BAUMART	ANZAHL AUSZUWEISENDER <i>IN-SITU</i> - GENERHALTUNGSOBJEKTE					ANZAHL			
	G1	G2	G3	G4	G5	EB	MQ	P	S
Wildapfel <i>Malus sylvestris</i>	1			1		1		2	X
Wildbirne <i>Pyrus pyraster</i>	2					2		2	X
Zirbe <i>Pinus cembra</i>					2	2		1	X
Zitterpappel <i>Populus tremula</i>	1	1	1	1		2	1		

X Maßnahme erforderlich

EB Ausweisung von Erntebeständen

MQ Mutterquartiere

P Samenplantagen in Bayern

S Einlagerung von Saatgut

8 BEGLEITENDE MASSNAHMEN ZUR FORSTLICHEN GENERHALTUNG

8.1 Datenerfassung und Datenbereitstellung

Die bei der Erfassung der Generhaltungsobjekte gesammelten Daten, werden in einer geeigneten Weise am ASP dokumentiert und in einer Datenbank des Landes Bayern im Rahmen der Umsetzung des bayerischen Generhaltungskonzepts zur Verfügung gestellt.

Dazu soll eine zentrale internetbasierte Datenbank „Forstliche Genressourcen Bayern (BayForGen)“ erstellt werden. Sie dient neben der Erfassung grundlegender Daten der einzelnen Generhaltungsobjekte auch der Dokumentation der Erhaltungsschwerpunkte sowie der zukünftigen Wiederholungsaufnahmen.

Die Daten sollen für Aufgaben der Generhaltung auf nationaler und internationaler Ebene, insbesondere zur Erhaltung der Biodiversität und der genetischen Vielfalt, bereitgestellt werden. Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) erhält auf Anfrage einen Auszug der Daten und überträgt sie in das Nationale Inventar an Pflanzengenetischen Ressourcen Deutschlands (PGR). Darüber hinaus werden ausgewählte Genobjekte für das EUFORGEN Netzwerk (EUFGIS-Datenbank) im benötigten Umfang aufbereitet und bereitgestellt. Aus Bayern sind derzeit 34 ausgewählte Objekte in EUFGIS gespeichert. Sie umfassen 15 Baumarten. Die in die EUFGIS-Datenbank eingetragenen Daten sind von besonderer europäischer Bedeutung und dienen als Grundlage für europäische Erhaltungs- und Überwachungsmaßnahmen. Die an EUFORGEN gemeldeten Objekte sind an keine weiteren Auflagen hinsichtlich der Bestandesbewirtschaftung gebunden. Die Meldung an EUFGIS erfolgt nur, wenn der Waldbesitzer dem vorab zustimmt. Alle europaweit gemeldeten Daten können im Internet unter <http://portal.eufgis.org/> eingesehen werden. Einmal gemeldete Objekte können auf Wunsch des Waldbesitzers wieder entfernt werden.

8.2 Genetisches Langzeitmonitoring

Über ein genetisches Langzeitmonitoring können die Veränderungen bei der Erzeugung, Bewahrung und Weitergabe der genetischen Information an die nächste Generation verfolgt werden (KÄTZEL et al. 2005, KONNERT et al. 2011, ARAVANOPOULOS et al. 2012)).

Es erfüllt die Funktion eines „Frühwarnsystems“ für Ökosystemveränderungen auf höheren Ebenen (z.B. Bestandeszusammensetzung, Vitalität, Verjüngungserfolg), die erst deutlich später sichtbar werden, aber durch das genetische System bedingt sind. In Bayern erfolgt das Monitoring nach den Vorgaben des „Konzepts zum genetischen Monitoring für Waldbaumarten in der Bundesrepublik Deutschland“. Demnach umfasst das Monitoring die periodische, teilweise wiederkehrende Bestimmung der genetischen Zusammensetzung von Altbestand, Naturverjüngung und Samengeneration auf genau definierten Flächen, sowie Beobachtungen und Bestimmungen weiterer Parameter, die mit dem Paarungssystem in Verbindung stehen (z.B. Blühverhalten, Samenqualität). Über daraus abgeleitete Indikatoren werden Aussagen über den Zustand des genetischen Systems der Population (des Bestandes) gemacht (NAMKOONG et al. 1996).

Flächen zum genetischen Monitoring sollten möglichst dort angelegt werden, wo auch andere Umweltmonitoringprogramme ablaufen, die die Veränderungen des Waldzustandes auf anderen Ebenen beobachten, wie z.B. die Waldklimastationen, Level-II-Dauerbeobachtungsflächen, Nationalparks etc. Solche Flächen verfügen über genaue Standorts- und Klimadaten, die eine integrative Auswertung ohne großen zusätzlichen Aufwand ermöglichen (KONNERT und DIETRICH 2007).

Die Durchführung des genetischen Monitorings in Bayern obliegt dem ASP als zuständige Stelle zur forstlichen Generhaltung. Bis 2020 sollen für die wirtschaftlich wichtigen Baumarten Buche, Eiche, Bergahorn, Fichte, Kiefer und Weißtanne Monitoringflächen eingerichtet werden. Dabei wird angestrebt, jeweils eine Fläche in einem bewirtschafteten und eine in einem unbewirtschafteten Wald (z.B. Nationalpark, Naturwaldreservat) einzurichten. Angesichts des Eschentriebsterbens soll zusätzlich bereits 2016 eine Monitoringfläche für Esche in einem noch relativ wenig befallenen Bestand dieser Baumart eingerichtet werden. Hier sollen zusätzlich Beobachtungen zum Verlauf der Krankheit durch die LWF gemacht werden.

Angesichts der Langfristigkeit sollen die Flächen vorrangig im Staatswald eingerichtet werden. Sie sollen Teil des europäischen EUFGIS-Netzwerkes sein. Damit besteht die Möglichkeit, sie auch in ein europäisches Monitoringprogramm zu integrieren. Bis auf die Vermeidung von Kahlfleichen ergeben sich keine weiteren Restriktionen in der Bewirtschaftung der Monitoringflächen. Forstliche Eingriffe sollen mit dem ASP abgesprochen werden, um den Ablauf des Monitorings nicht zu gefährden.

In dem Konzept offengelassen wird die Auswahl der einzusetzenden Genmarker zur Bestimmung der genetischen Strukturen. Die Auswahl obliegt dem ASP, wobei zu beachten ist:

- der aktuelle Stand der Wissenschaft,
- die Notwendigkeit der Vergleichbarkeit der Ergebnisse über längere Zeiträume,
- das Verhältnis von Aussagewert und Analysenkosten.

8.3 Untersuchung von Generhaltungsobjekten im genetischen Labor

Ein wichtiger Aspekt von Generhaltungsmaßnahmen ist die Wahrung des genetischen Potentials einer Ressource als Basis für Anpassungsprozesse. Daher sollte am Beginn jeder Generhaltungsmaßnahme neben der phänotypischen Einschätzung auch die Bestimmung der „genetischen Qualität“ (wie z.B. genetische Vielfalt, Diversität, Differenzierung von anderen Populationen) stehen. Dies geschieht seit den 1970er Jahren in forstgenetischen Laboren durch die Verwendung von Genmarkern. Neben den zuerst etablierten Isoenzym-Markern, aus deren Ausprägung unmittelbar auf die zugrunde liegenden genetischen Strukturen geschlossen werden kann, haben sich in den letzten beiden Jahrzehnten die sog. DNA-Marker durchgesetzt, bei denen Teile der Erbsubstanz direkt analysiert werden. Beide Markertypen sind in der Forstgenetik inzwischen routinemäßig einsetzbar.

Das Bayerische Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) verfügt seit 1991 über ein Isoenzymlabor und seit 1998 über ein DNA-Labor. In den beiden Laboren werden jährlich bis zu 10.000 Proben bearbeitet. Durch den vor kurzem bezogenen Neubau wurde die Infrastruktur der Labore deutlich verbessert und ausgestaltet. Daher bestehen in Bayern gute Voraussetzungen zur genetischen Charakterisierung zahlreicher Generhaltungsobjekte und zur Überprüfung von Generhaltungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer genetischen Nachhaltigkeit.

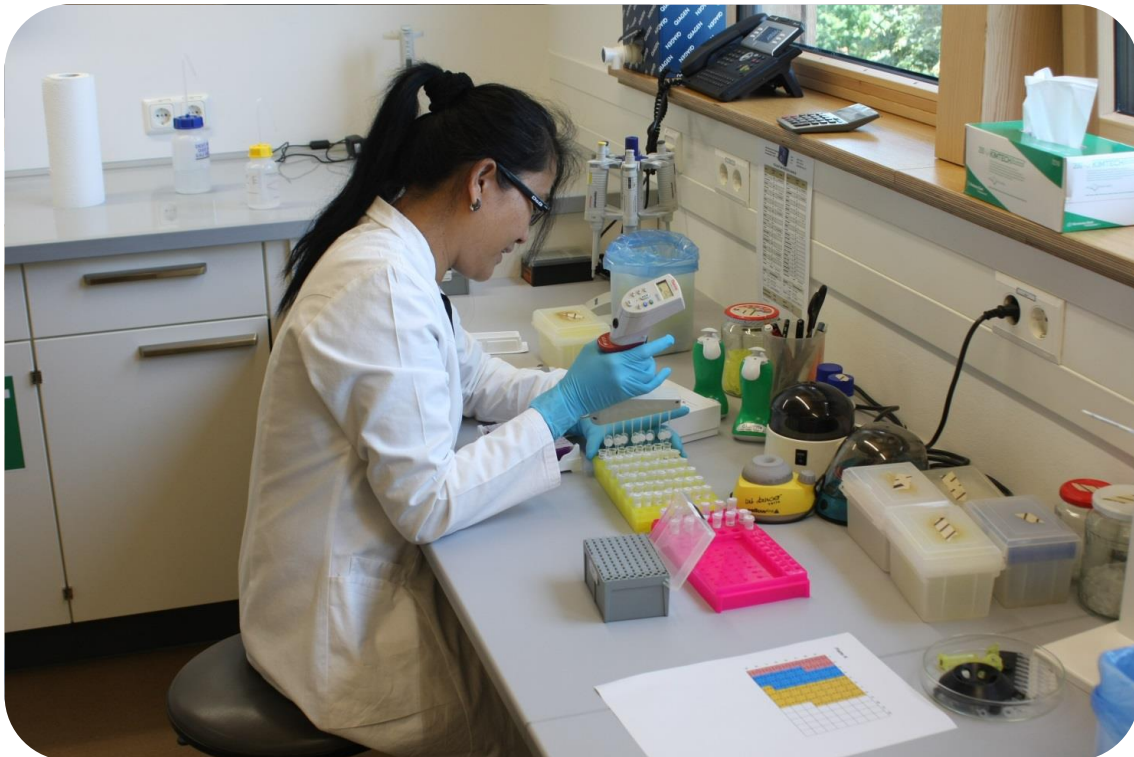


Abb. 21: DNA-Analysen in den Laboren des ASP (Foto: Daniel Müller, ASP)

In Bayern sollen durch das ASP genetische Untersuchungen als Teil von Generhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden:

- zur Charakterisierung aller potentiellen *in-situ*-Generhaltungsobjekte. Erst wenn die genetische Charakterisierung im Labor erfolgt ist, wird endgültig entschieden, ob ein „Generhaltungs-Aspirant“ als langfristiges Generhaltungsobjekt eingestuft wird
- zur Überprüfung aller Einzelbäume von Wildapfel, Wildbirne und Schwarzpappel auf Artreinheit vor der Einbeziehung in *in-situ* Maßnahmen oder *ex-situ*-Maßnahmen
- zur Überprüfung der Sortenreinheit bei Hybridpappeln
- im Rahmen des genetischen Monitorings zur Abschätzung der genetischen Variation und deren zeitlichen Veränderungen
- zur Bestimmung der genetischen Variation in Generhaltungsplantagen
- zur Überprüfung der Auswirkungen der Saatgut-Lagerung auf die genetische Vielfalt im Samenkollektiv (stichprobenartig)

- zur Bestimmung der genetischen Qualität von Erntebeständen bei bestimmten Baumarten wie Douglasie und Weißtanne. Bei Douglasie werden alle Erntebestände einem „genetischen Check“ unterworfen; bei Weißtanne nur Bestände am Rande des natürlichen Verbreitungsgebietes (Wuchsgebiet 1 „Untermainebene“, Wuchsgebiet 2 „Spessart-Odenwald“, Wuchsgebiet 3 „Rhön“, Wuchsgebiet 4 „Fränkische Platte“ und Wuchsgebiet 7.3 „Fränkisches Triashügelland, Stedtlinger Gebiet“)
- Bei Sondermaßnahmen wie z.B. bei der Suche nach resistenten Eschenklonen zum Eschentriebsterben (Kloncharakterisierung und Pilznachweis)
- Zur Abschätzung der Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen auf die genetische Zusammensetzung von Generhaltungsbeständen.

Bei der Auswahl der einzusetzenden genetischen Marker sind zu beachten:

- der aktuelle Stand der Wissenschaft,
- die Notwendigkeit der Vergleichbarkeit der Ergebnisse über längere Zeiträume,
- das Verhältnis von Aussagewert und Analysenkosten.



Abb. 22: Monitoringfläche der Weißtanne bei Berchtesgaden, in einer Höhenlage von rund 875 bis 1.000 m auf 12 ha (Foto: ASP)

Glossar

ABSTAND

genetisches Maß, das die Unterschiedlichkeit genetischer Strukturen zwischen zwei Kollektiven quantifiziert.

ALLEL

genetische Variante (Genvariante); Zustandsform eines Gens, das sich an einem bestimmten Ort (Locus) auf einem Chromosom befindet; entstanden aus Mutationen in der DNA-Struktur eines bestimmten Ortes (Locus) der Erbsubstanz.

ANGEPASSTHEIT

Vorhandensein von Merkmalsausprägungen eines Organismus, einer Population, einer Art, die das Überleben und Fortpflanzen unter herrschenden Umweltbedingungen ermöglichen.

ANPASSUNG

Prozess der Herausbildung von Eigenschaften eines Organismus, einer Population, einer Art, die das Überleben und die Reproduktion in den von ihnen bewohnten Lebensräumen ermöglichen. Genetische Anpassung erfolgt im Laufe der Evolution durch natürliche Selektion. Anpassung umfasst darüber hinaus auch die phänotypische oder strukturelle Modifikation, welche ebenfalls genetisch bedingt ist. Letztere ist bei Mikroorganismen und Pflanzen stärker als bei Tieren ausgeprägt.

ANPASSUNGSFÄHIGKEIT

Potential eines Organismus, einer Population, einer Art und deren Nachkommen, sich auf veränderte Umweltbedingungen einzustellen.

BIODIVERSITÄT

Oberbegriff, unter welchem die Vielfalt in Ökosystemen, zwischen Arten und innerhalb von Arten zusammengefasst wird. Die genetische Vielfalt ist Teil der Biodiversität.

DNA

Desoxyribonukleinsäure, wesentlicher chemischer Baustein, aus welchem die Chromosomen als Träger der Erbinformation bestehen.

DIVERSITÄT

genetisches Maß bei dem die Anzahl und die Häufigkeit aller genetischen Varianten eines Kollektivs kombiniert berücksichtigt werden.

DRIFT, GENETISCHE

Durch Zufallsereignisse hervorgerufener Verlust von Allelen, welcher bevorzugt in kleinen Populationen auftritt.

FREMDLÄNDISCHE BAUMARTEN

Baumarten, die außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vorkommen.

GEN

Abschnitt der Erbinformation einer Art, der die Grundinformation zur Synthese eines bestimmten Polypeptids (Proteins) enthält. Über die Vererbung von Genen werden die Eigenschaften einer Generation an die Nächste weitergegeben.

GENFLUSS

Austausch von Genen zwischen räumlich getrennten Populationen z.B. durch Pollen oder Samen.

GENORT

Abschnitt der DNA, der eine bestimmte Funktion kodiert.

GENORT, POLYMORPH

Genort, der in einem Kollektiv verschiedene Varianten aufweist.

GENBANK

Darin erfolgt die langfristige Einlagerung von genetischen Ressourcen durch Erhalt generativ oder vegetativ vermehrbare Erbinformation im Rahmen der *ex-situ*-Erhaltung.

GENERATIVE VERMEHRUNG

Geschlechtliche Fortpflanzung, die auf der Neukombination der genetischen Information zweier Individuen beruht. Die Nachkommen sind demnach eine Kombination der Erbinformation der Eltern und als solche einzigartig.

GENETISCHE ANALYSEN

Untersuchungen der genetischen Strukturen von Populationen und Individuen mit Hilfe von genetischen Markern.

GENETISCHES MONITORING

Erfassung der räumlichen und zeitlichen Veränderungen genetischer Strukturen von Waldbaumarten durch periodische, stichpunktartige oder flächenweise Aufnahme mit Hilfe geeigneter genetischer wie auch phänologischer und morphologischer Marker.

GENETISCHE VARIATION

Beschreibt die Anzahl und/oder Häufigkeiten von genetischen Varianten (=Allelen) innerhalb einer Population (z.B. in Form der genetischen Vielfalt oder genetischen Diversität).

GENETISCHE STRUKTUR

Häufigkeitsverteilungen genetischer Varianten (Allele) innerhalb von Kollektiven.

GENFLUSS, MIGRATION

Austausch von Allelen zwischen Populationen. Der Austausch kann über die Verbreitung der genetischen Information durch Pollen, oder durch den Austausch von Individuen z.B. durch Samentransport erfolgen.

GENOM

Zusammenfassung der gesamten genetischen Information eines Individuums oder einer Population, bestehend aus der Erbinformation des Chromosomensatzes und der Organellen (Chloroplasten und Mitochondrien).

GENPOOL

Zusammenfassung aller genetischen Varianten einer in sich geschlossenen Gruppe.

GENOTYP

Zusammenfassung der Summe der erblichen Anlagen eines Individuums.

HERKUNFT

Eine an einen begrenzten Teil eines Verbreitungsgebiets angepasste Population mit bestimmten Erbanlagen.

HETEROZYGOT

Die weitergegebene Erbanlage einer Funktion unterscheidet sich in der Elterngeneration väterlicher- und mütterlicherseits. Man spricht auch von Mischerbig.

HETEROZYGOTENANTEIL

Anteil heterozygoter Individuen eines abgegrenzten Vorkommens an einem bestimmten Genort.

HOMOZYGOT

Die weitergegebene Erbanlage einer Funktion ist väterlicher- und mütterlicherseits in der Elterngeneration gleich. Man spricht auch von Reinerbig.

INZUCHT

Paarung verwandter Individuen. Inzucht führt zu einer Reduktion der Heterozygotie an Genorten, was im Vergleich zu nicht inzuchtbelasteten Nachkommen zu einer Abnahme der Fruchtbarkeit, Überlebenswahrscheinlichkeit und allgemeinen Vitalität führen kann.

ISOENZYM

Enzym mit identischer Funktion im Stoffwechsel, aber einem leicht unterschiedlichen molekularen Aufbau. Der sich daraus ergebende Unterschied in elektrischer Ladung oder Größe erlaubt eine elektrophoretische Trennung der unterschiedlichen Variationen im Gel.

ISOENZYMANALYSE

Labortechnische Möglichkeit, um mittels Isoenzymen Unterschiede in der genetischen Struktur innerhalb eines Kollektivs zu identifizieren.

KLON

Genetisch identische Nachkommen eines Individuums, welche aus nichtgeschlechtlicher Vermehrung hervorgegangen sind.

MOLEKULARGENETIK

Erforschung der Prozesse, welche die Struktur und die Funktion von Genen auf molekularer Ebene beeinflussen.

MIKROSATELLIT

Kurze, nichtkodierende Abschnitte auf der DNA, welche sich durch die mehrfache Wiederholung einzelner Nukleotide auszeichnen.

MUTATION

Dauerhafte Veränderung des Erbguts, welche sowohl spontan auftritt oder durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden kann.

NUKLEOTID

Grundbaustein von Desoxyribonukleinsäure (DNA) und Ribonukleinsäure (RNA). Es ist ein Molekül mit einem Phosphat-, einem Zucker- und einem Basenbestandteil.

POLYMORPHISMUS

Aufgrund unterschiedlicher genetischer Ausstattung hervorgerufene Abweichungen der Phänotypen in einer Population.

POPULATION

Gruppe von Individuen derselben Art, die räumlich und zeitlich mit einander in Verbindung stehen und eine Fortpflanzungsgemeinschaft bilden.

SELEKTION

Verschiebung im Genpool als Folge unterschiedlicher Überlebenschancen und Reproduktionserfolge verschiedener Genotypen.

VARIATION, GENETISCHE

Sammelbegriff für das Auftreten von genetischen Varianten in Form unterschiedlicher Allele, Gene oder Genotypen.

VEGETATIVE VERMEHRUNG

Ungeschlechtliche Fortpflanzung beruhend auf mitotischer Zellteilung. Die Tochtergeneration unterscheidet sich in ihrer genetischen Zusammensetzung nicht von der Muttergeneration, sie ist ein Klon.

Abkürzungsverzeichnis

AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
ASP	Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
BayForGen	Bayerische Forstliche Gendatenbank
BaySF	Bayerische Staatsforsten, Anstalt des öffentlichen Rechts
BLAG-FGR	Bund-Länder-Arbeitsgruppe "Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht"
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
CBD	Convention on Biological Diversity (Übereinkommen über die biologische Vielfalt)
EUFGIS	European Information System on Forest Genetic Resources (Europäisches Informationssystem für forstgenetische Ressourcen)
EUFORGEN	European Forest Genetic Resources Programme (Europäisches Programm für forstgenetische Ressourcen)
EZR	Erntezulassungsregister
FoVG	Forstvermehrungsgutgesetz
GIS	Geoinformationssystem
HKV	Herkunftsversuch
LfU	Landesamt für Umwelt
MCPFE	Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa
PGR	Nationales Inventar an Pflanzengenetischen Ressourcen Deutschlands

Anleitung zur Erfassung potentieller Generhaltungsobjekte als Grundlage zu deren Ausweisung

Die Kartierung von potentiellen Generhaltungsobjekten (sog. Generhaltungsaspiranten) dient der Erfassung von Beständen und Kleinvorkommen als Vorschlag zur Ausweisung von Generhaltungsobjekten unter Einbeziehung genetischer Analysen. Die Erfassung und Auswahl erfolgt gemäß den Grundlagen und Zielen des vorliegenden Konzepts.

Die Erfassung beginnt mit der Erhebung allgemeiner Angaben (Teil A), auf deren Grundlage das ASP potentielle Generhaltungsobjekte auswählt. Die allgemeinen Angaben werden durch eine Karte, auf der die Lage des Objekts ersichtlich ist, sowie durch Angabe der Koordinaten ergänzt. Für geeignet befundene Bestände bzw. Kleinvorkommen werden genetisch untersucht und eine detaillierte Beschreibung angefertigt (Teil B). Nach Abschluss aller Analysen weist das ASP den Generhaltungsbestand bzw. das Kleinvorkommen aus und pflegt die gewonnenen Daten in die Datenbank ein.

Für die erforderlichen Kartierarbeiten ist der Kartierbogen vollständig auszufüllen. Dies kann in gedruckter sowie digitaler Form erfolgen.

Fertig ausgefüllte Bögen sind an das ASP (Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf, E-Mail: poststelle@asp.bayern.de) zu senden.



ERSTERFASSUNG VON GENERHALTUNGSASPIRANTEN (Teil A)

ALLGEMEINE ANGABEN

Aufnehmende Person	Organisation	Datum	Kontrollstelle								
Name _____ Telefon _____	_____	_____	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	1	2	3	4				
1	2	3	4								

ANGABEN ZUM GENERHALTUNGSASPIRANTEN

Baumart	Eigentümer	Eigentumsart								
deutsch _____ lateinisch _____	_____	<table border="1"> <tr> <td>Staat</td> <td>Privat</td> <td>Kommune</td> <td>Bund</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Staat	Privat	Kommune	Bund				
Staat	Privat	Kommune	Bund							
Bezeichnung	Zuständiges AELF/FB (BaySF)	Status								
Waldort _____ Gemarkung _____	_____	<table border="1"> <tr> <td>Wirtschaftswald</td> <td>a.r./B./LB</td> <td>NWR</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Wirtschaftswald	a.r./B./LB	NWR	NP				
Wirtschaftswald	a.r./B./LB	NWR	NP							
Fläche	Reduzierte Fläche	Höhenlage (von / bis)	Standortseinheit (Ziffern)							
_____ ha	_____ ha	_____ - _____ m	_____							
Koordinaten (Angabe in Dezimalgrad)			Wuchsgebiet							
Breitengrad _____ ° Längengrad _____ °			_____							

BESTANDESBESCHREIBUNG

Anzahl Individuen	Altersdurchschnitt	Natürliche Verjüngung																					
_____	_____ Jahre	auf _____ % der Fläche																					
Schichtigkeit	Gesundheit	Isolierung	Erschließung																				
<table border="1"> <tr> <td>einschichtig</td> <td>zweischichtig</td> <td>mehrschichtig</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	einschichtig	zweischichtig	mehrschichtig				<table border="1"> <tr> <td>gut</td> <td>mittel</td> <td>schlecht</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	gut	mittel	schlecht				<table border="1"> <tr> <td>ja</td> <td>nein</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ja	nein			<table border="1"> <tr> <td>erschlossen</td> <td>unerschlossen</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	erschlossen	unerschlossen		
einschichtig	zweischichtig	mehrschichtig																					
gut	mittel	schlecht																					
ja	nein																						
erschlossen	unerschlossen																						

Wird vom ASP ausgefüllt:

Ausweisung als Generhaltungsobjekt anstreben Ja nein



AUSWEISUNG VON GENERHALTUNGSOBJEKTEN (Teil B)

DETAILIERFASSUNG

Durchmesserstruktur			Verjüngung (< 3 m)	
BHD (cm)	Anteile (%)	Begründungsart	Schlüssel:	% Anteil <input style="width: 80%;" type="text"/>
< 7			1 Naturverjüngung	davon < 1,5 m <input style="width: 80%;" type="text"/>
7 – 20			2 Kunstverjüngung	
> 20			3 unbekannt	

Vitalität (Angabe der Vitalitätsstufen in Prozent)				Anteil der Zielbaumart am Gesamtbestand		
BHD (cm)	sehr gut (%)	durchschnittlich (%)	schlecht (%)	100 – 70 %	69 – 30 %	< 30 %
< 7						
7 – 20						
> 20						
				Kreuzbare Arten vorhanden		
				Ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		

Kleinvorkommen <input type="checkbox"/>	Genetische Untersuchung angestrebt <input type="checkbox"/>			Jahr
Generhaltungsbestand <input type="checkbox"/>	durchgeführt <input type="checkbox"/>			Datum

Bemerkungen

Erhaltungsmaßnahmen	Monitoring-Turnus
<input type="checkbox"/>	5 Jahre <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	10 Jahre <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

(Dringlichkeit 1 – 4)

Wird vom ASP ausgefüllt:

Als Generhaltungsbestand / Kleinvorkommen ausgewiesen am Datum

(nicht zutreffendes bitte streichen)

Nummer des Generhaltungsobjektes Nummer

Handlungsanweisung zur langfristigen Saatgutlagerung in der forstlichen Genbank Bayern

Saatgutbereitstellung

- Saatgut wird überwiegend aus regulären, einzelbestandesweisen Ernten gewonnen. Im Einzelfall sind auch Ernten nur zum Zweck der langfristigen Einlagerung möglich.
- Bei den dem Forstvermehrungsgutgesetz unterliegenden Baumarten wird das Saatgut in der Regel in zugelassenen Ernteeinheiten (Beständen/Plantagen) gewonnen.
- Die Einhaltung der gesetzlichen Mindestanforderungen nach FoVG ist auch bei den nicht dem FoVG unterliegenden Arten einzuhalten.
- Bei Saatgut muss der Ausgangsbestand zweifelsfrei bekannt sein.
- Die Gewinnung von Saatgut zur langfristigen Lagerung soll vorrangig in Jahren mit Vollmast erfolgen, um eine möglichst hohe genetische Vielfalt sicherzustellen.

Aufbereitung

- Das Saatgut ist schonend zu klengen und zu reinigen.
- Anschließend wird das Saatgut getrocknet, wobei die Wassergehalte baumartenspezifisch gemäß Tabelle 19 einzuhalten sind.
- Unmittelbar vor Einlagerung werden Feuchtegehalt, Reinheit, 1000-Korn-Gewicht und Anzahl lebender Keime nach den ISTA-Vorschriften bestimmt.

Tab. 19: Baumartenspezifische Lagertemperatur und Wassergehalt der Saatgutpartien zur langfristigen Lagerung

Nadelbäume

BAUMART		LAGERTEMPERATUR [°C]	WASSERGEHALT [%]
Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	-20	5 - 7
Eibe	<i>Taxus baccata</i>	-10	4 - 7
Fichte	<i>Picea abies</i>	-20	4 - 5
Kiefer alle Arten	<i>Pinus sp.</i>	-20	4 - 5
Lärche alle Arten	<i>Larix sp.</i>	-20	4 - 5

Laubbäume

BAUMART		LAGERTEMPERATUR [°C]	WASSERGEHALT [%]
Birke alle Arten	<i>Betula sp.</i>	-10	4 - 5
Erle alle Arten	<i>Alnus sp.</i>	-20	4 - 5
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	-10	6 - 7
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	-10	6 - 7
Linde alle Arten	<i>Tilia sp.</i>	-10	6 - 7
Vogelkirsche	<i>Prunus avium</i>	-10	20 - 25

Verpackung

- Jede einzulagernde Partie wird mit einer fortlaufenden Lagernummer versehen, mit der sämtliche zur Partie gespeicherten Informationen abgerufen werden können. Zur Lagerung wird das Saatgut in verschweißten 3-Schicht-Folienbeuteln vakuumverpackt.
- Das Verpackungsvakuum beim Einschweißen von Saatgut beträgt 65 %.
- Die Portionierung der Partie erfolgt in Abpackeinheiten für Keimprüfung, Versuchszwecke und Generhaltung. (vgl. Tab. 20).
- Jede Verpackungseinheit wird mit einem Selbstklebe-Etikett gekennzeichnet mit Angaben zum Verwendungszweck, Kastenummer, Registernummer, Reifejahr, Baumart und Herkunft sowie Menge des Saatgutes.

Lagerung

- Die Lagerung erfolgt in vorne offenen Stapelkästen.
- Die Kästen sind dauerhaft mit einer Kastenummer markiert um eine einfache Auffindung der gelagerten Partien sicherzustellen.
- Es darf jeweils nur eine Lagernummer je Stapelkasten gelagert werden.
- Umfangreichere Saatgutpartien werden nötigenfalls in mehreren Kästen gelagert, die jeweils eigene Kastenummern tragen.
- Sämtliche Angaben zu einer Partie wie z.B. Baumart, Herkunft, Menge, werden digital erfasst.

Aufbewahrungszeit/Ersatz

An jeder Partie erfolgen regelmäßige Keimprüfungen in folgendem Turnus:

- Nadelholz: 5 Jahre
- Laubholz: 3 Jahre

Fällt das Keimprozent unter 75 % des Wertes bei Einlagerung wird die Partie aus der Genbank entnommen und durch eine neue aus demselben Herkunftsgebiet ersetzt.

Tab. 20: Anzahl (N) und Umgang (g) der Abpackeinheiten in Gramm für die Einlagerung von Saatgut in die forstliche Genbank Bayern.

Nadelbäume

BAUMART	KEIMPRÜFUNG		VERSUCH		ERHALTUNG	
	N	g	N	g	N	g
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	6	5	4	50	2	1000
Eibe <i>Taxus baccata</i>	5	5	8	20	2	1000
Fichte <i>Picea abies</i>	18	5	8	20	2	1000
Kiefer alle Arten <i>Pinus sp.</i>	18	5	8	20	2	1000
Lärche alle Arten <i>Larix sp.</i>	18	5	8	50	2	1000

Laubbäume

BAUMART	KEIMPRÜFUNG		VERSUCH		ERHALTUNG	
	N	g	N	g	N	g
Birke alle Arten <i>Betula sp.</i>	4	1	4	50	2	1000
Erle alle Arten <i>Alnus sp.</i>	18	1	8	70	2	1000
Esche <i>Fraxinus excelsior</i>	4	45	2	500	10	500
Hainbuche <i>Carpinus betulus</i>	4	40	2	500	12	500
Linde alle Arten <i>Tilia sp.</i>	6	20	2	500	10	500
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>	4	100	2	350	5	500

Literaturverzeichnis

- ARAVANOPOULOS, F.A.; TOLLEFSRUD, M.M.; KÄTZEL, R.; SOTO, A.; GRAUDAL, L.; NAGY, L.; KOSKELA, J.; BOZZANO, M.; PILIPOVIC, A.; ZHELEV, P.; BOZIC, G. (2012):** Development of genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees in Europe. Report of a EUFORGEN Working group.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT, FORSTEINRICHTUNG (2003):** Forstliche Standortsaufnahme – Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. IHW-Verlag & Verlagsbuchhandlung, 6. Auflage, 352 S.
- BOZZANO, M.; JALONEN, R.; THOMAS, E.; BOSHIER, D.; GALLO, L.; CAVERS, S.; BORDÁCS, S.; SMITH, P.; LOO, J., eds. (2014):** Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study. Rome, FAO and Bioversity International, 282 S.
- CBD (2004):** Expanded programme of work on forest biological diversity. CBD programmes of work. Montreal: Secretariat Convention on Biological Diversity, 22 S.
- CREMER, E.; LUCKAS, M.; KONNERT, M.; BUCHWINKLER, B. (2013):** Generative Nachzucht fördert Erhalt von genetischer Vielfalt der Schwarzpappel. *AFZ Der Wald* 2: S: 33 – 35.
- ERIKSSON, G.; NAMKOONG, G.; ROBERDS, J.H. (1993):** Dynamic gene conservation for uncertain futures. *Forest Ecology and Management*, 62 (1-4): S. 15 - 37.
- FAO (2007):** Technical review of status and trends of the world's forest genetic resources. Background information for discussions at the 14th Session of the Panel of Experts on Forest Gene Resources. Rome: FAO. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/j9609e/j9609e00.pdf>.
- FAUST, K.; FUSSI, B. (2011):** Erhaltung und Vermehrung einer seltenen und wertvollen Baumart. *LWF Wissen 67 – Beiträge zur Elsbeere*: S. 17 - 21.
- FINKELDEY, R. (2010):** Genetische Variation im Wald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 161 (6): S. 198 - 206.
- GUGERLI, F.; SPERISEN, C. (2010):** Genetische Struktur von Waldbäumen im Alpenraum als Folge (post)glazialer Populationsgeschichte. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 161 (6): S. 207 - 215.
- HUBER, G. (2010):** Ergebnisse der Kartierung in Bayern. *LWF Wissen 64 – Die bayerischen Schwarzpappelvorkommen*: S.15 - 28.
- HUBER, G.; STEINER, W.; KÄTZEL, R. (2013):** Verbreitung, Genetik und Erhaltungsstrategien des Wildapfels in Deutschland und in Bayern. *LWF Wissen 73 – Beiträge zum Wildapfel*: S. 14 - 27.

- HUBER, G.; WURM, A. (2014):** Die Verbreitung seltener Baumarten in Bayern. *LWF Wissen 74 – Forstgenetik, Forstgenressourcen und Forstvermehrungsgut*. S. 85 - 97.
- KÄTZEL, R.; MAURER, W. D.; KONNERT, M.; SCHOLZ, F. (2005):** Genetisches Monitoring in Wäldern. *Forst und Holz*, 60. Jg. Nr. 5: S. 179 - 183.
- KÄTZEL, R.; SCHRÖDER, J.; SCHULZE, T. (2013):** Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen seltener und gefährdeter Baumarten in Deutschland, Teillos 2: Wild-Apfel (*Malus sylvestris*) und Wild-Birne (*Pyrus pyraeaster*). Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
<http://www.genres.de/de/baeume-und-straeucher/erhaltung-und-nutzung/seltene-baum-arten/>.
- KÄTZEL, R.; BECKER F. (2014):** Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen im Land Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 58, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Landesbetrieb Forst Brandenburg (Hrsg), 147 S.
- KONNERT, M.; BERGMANN, F. (1995):** The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, Pinaceae) in relation to its migration history. *Plant Systematics and Evolution* 196: S. 19 - 30.
- KONNERT, M.; SPIECKER, H. (1996):** Beeinflussen Nutzungen einzelner Bäume die genetische Struktur von Beständen? *AFZ der Wald* 23: S. 1.284 – 1.287.
- KONNERT, M.; RUETZ, W. (2003):** Influence of nursery practices on the genetic structure of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedling populations. *Forest Ecology and Management* 184: S. 193 – 200.
- KONNERT, M.; DIETRICH, H.-P. (2007):** Umweltmonitoring nutzt genetische Informationen. *LWF aktuell* 57: S. 47 - 49.
- KONNERT, M.; HOSIUS, B.; HUSSENDÖRFER, E. (2007):** Genetische Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen – Ergebnisse, Stand und Forschungsbedarf. *Forst und Holz* 1: S. 8 - 14.
- KONNERT, M.; MAURER, W.; DEGEN, B.; KÄTZEL, R. (2011):** Genetic monitoring in forests – early warning and controlling system for ecosystemic changes. *iForest*, S. 77 - 81.
- LIESEBACH, H; FRESE, L. (2007):** Biodiversität im Kontext genetischer Ressourcen. Forschungsarbeiten zum Thema Biodiversität aus den Forschungseinrichtungen des BMELV. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 208 S.
- LUCKAS, M. (2010):** Erhaltungsmaßnahmen und Sicherung der Vorkommen. *LWF Wissen 64 – Die bayerischen Schwarzpappelvorkommen*: S. 52 - 53.

- MAURER, W.D.; TABEL, U. (2003):** Erhaltung und Nutzung seltener Baumarten und heimischer Strauchgehölze in Rheinland-Pfalz. *Forst und Holz* 58: S. 507 – 512.
- MAYER, P.; BUCK, A. (2005):** Look at Pan-European forest policy: the Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe and the “Living Forest Summit”. In: Geburek T.; Turok J., editors. Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Zvolen: Arbora: S. 33 - 43.
- MÜLLER-STARCK, G. (1993):** Auswirkungen von Umweltbelastungen auf genetische Strukturen von Waldbeständen am Beispiel der Buche (*Fagus sylvatica* L.). Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen u. Nds. Forstl. Versuchsanstalt, Band 112, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., 163 S.
- MÜLLER-STARCK, G; KONNERT, M; HUSSENDÖRFER, E. (2000):** Empfehlungen zur genetisch nachhaltigen Waldbewirtschaftung – Beispiele aus dem Gebirgswald. *Forest Snow and Landscape Research* ISSN 1424-5108, Vol. 75, Issue 1-2: S. 29 - 50.
- NAMKOONG, G.; T. BOYLE, H.-R.; GREGORIUS, H.; JOLY, O.; SAVOLAINEN, R.; WICKNESWARI, R.; YOUNG, A. (1996):** Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: Genetic criteria and indicators. Center for International Forestry Research (CIFOR) Working Paper No. 10, Bogor, Indonesia, 12 S.
- PAPAGEORGIU, A.C.; DROUZAS, A.D. (2010):** Initiativen zum Schutz forstgenetischer Ressourcen / Initiatives for the protection of forest genetic resources. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 161 (6): S. 231 - 238.
- PAUL, M.; HINRICHS, T.; JANSSEN, A.; SCHMITT, H. P.; SOPPA, B.; STEPHAN, B. R.; DÖRFLINGER, H. unter Mitarbeit von W. ARENHÖVEL, A. FRANKE, R. KÄTZEL, J. KLEINSCHMIT, H.-J. MUHS, E. NATZKE, W. RUETZ, W. SCHILLING; U. TABEL [Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“] (2000):** Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Sächsische Landesanstalt für Forsten [LAF] Pirna-Graupa (Hrsg), 66 S.
- RIEDERER, H.J.; FRITSCH, M.; KAMP, T. (2013):** Abschlussbericht zur Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen der Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*), der Elsbeere (*Sorbus torminalis*) und des Speierlings (*Sorbus domestica*) in Deutschland. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). <http://www.genres.de/de/baeume-und-straeucher/erhaltung-und-nutzung/seltene-baumarten/>.
- SCHRÖDER, J.; KÄTZEL, R.; SCHULZE, T.; KAMP, TH.; HUBER, G.; HÖLTKEN, A.; STEINER, W.; KONNERT M. (2003):** Seltene Baumarten in Deutschland – Zustand und Gefährdung. *AFZ Der Wald* 12: S. 4 – 6.

**SACHSTANDSBERICHT ZUM ERHALT
UND ZUR NACHHALTIGEN NUTZUNG
FORSTLICHER GENRESSOURCEN IN
BAYERN**

Sachstand 2015

Sachstandsbericht

1 NACHHALTIGE BEWIRTSCHAFTUNG FORSTLICHER GENRESSOURCEN IN DER PRAXIS

1.1 Privatwald

Grundlage für das waldbauliche Handeln in Bayern ist das Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) und die sich daraus ergebenden Empfehlungen für die forstliche Praxis. Die nachhaltige Bewirtschaftung forstlicher Genressourcen als Grundlage der Ökosystemleistungen unserer Wälder ist dabei von elementarer Bedeutung.

Die Förster der Bayerischen Forstverwaltung überwachen die Einhaltung der waldgesetzlichen Vorgaben und stehen zusammen mit den Förstern der Waldbesitzervereinigungen / Forstlichen Zusammenschlüsse der Bayerischen Waldbesitzer/-innen beratend zur Seite. Gemeinsam wird damit die Grundlage für die flächige Erhaltung und nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen in Bayern geschaffen.

Darüber hinaus werden mit der „Richtlinie für Zuwendungen zu waldbaulichen Maßnahmen im Rahmen eines forstlichen Förderprogramms (WALDFÖPR 2015)“ Anreize zum Erhalt und zur Verbesserung der biologischen Vielfalt geschaffen. Dazu gehört auch die Einhaltung von Herkunftsempfehlungen der Bayerischen Forstverwaltung als Fördertatbestand und der erhöhte Fördersatz von Pflanzen mit überprüfbarer Herkunft.

1.2 Staatswald

Der Staatswald wird in Bayern durch die Bayerischen Staatsforsten AöR (BaySF) bewirtschaftet. Ihrer besonderen Verpflichtung zur vorbildlichen Bewirtschaftung und Optimierung des Gesamtnutzens aller Waldfunktionen, einschließlich der Sicherung der biologischen und genetischen Vielfalt, wird die BaySF in ihren waldbaulichen Konzepten und Richtlinien gerecht.

So heißt es in den Waldbaugrundsätzen:

- Die Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft werden angemessen am Waldaufbau beteiligt.
- Holzvorrat und Zielstärke werden nach Baumart, Standort und Holzqualität differenziert.
- Die Verjüngung erfolgt vorrangig durch langfristige, kleinflächige Verfahren.
- Die natürlichen Steuerungskräfte im Wald werden genutzt.
- Die Widerstandskraft der Wälder wird erhalten und gefördert.
- Die Schalenwildbestände werden unter Beachtung des Grundsatzes „Wald vor Wild“ den Erfordernissen einer natürlichen Waldverjüngung angepasst.
- Die genetischen Ressourcen der Wälder werden nachhaltig erhalten bzw. verbessert (z.B. durch Verwendung von hochwertigem und zertifiziertem Vermehrungsgut gemäß den Herkunftsempfehlungen).
- Der Boden ist zentrale Lebensgrundlage unserer Waldökosysteme und wird vor Beeinträchtigungen bewahrt.
- Die Schutz- und Erholungsfunktionen werden gesichert und verbessert.
- Die biologische Vielfalt der Waldökosysteme wird erhöht, Naturschutzaspekte werden beachtet.

1.3 Bereitstellung der Erntebasis für hochwertiges Forstvermehrungsgut

Die große klimatische und standörtliche Bandbreite in Bayern führt zu einer hohen ökologischen Vielfalt, die auch in der hohen Anzahl von Herkunftsgebieten nach dem FoVG zum Ausdruck kommt. Mit 94 von insgesamt 174 Herkunftsgebieten in Deutschland liegen 56 % zumindest mit Teilen in Bayern. Um bayernweit eine zufriedenstellende Versorgung mit hochwertigem Vermehrungsgut der 26 dem Forstvermehrungsgutgesetz unterliegenden Baumarten sicherzustellen sind aktuell in Bayern ca. 3.500 Bestände zur Saatguternte und Wildlingsgewinnung zugelassen (vgl. Tab. S1). 58 % der Bestände liegen im Staatswald, 42 % entfallen auf andere Besitzarten.

Tab. S1: Zugelassene Erntebestände in Bayern nach Besitzarten (Stand Juni 2015)

BAUMART	ANZAHL ZUGELASSENER BESTÄNDE NACH BESITZART				
	Gesamt	Staat	Privat	Körperschaft	Sonstige
Bergahorn <i>Acer pseudoplatanus</i>	91	46	15	22	8
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	191	94	63	34	0
Esche <i>Fraxinus excelsior</i>	124	81	16	24	3
Esskastanie <i>Castanea sativa</i>	2	0	0	2	0
Europ. Lärche <i>Larix decidua</i>	347	228	24	91	4
Fichte <i>Picea abies</i>	362	312	36	12	2
Hainbuche <i>Carpinus betulus</i>	41	25	7	8	1
Jap. Lärche <i>Larix kaempferi</i>	27	25	0	2	0
Küstentanne <i>Abies grandis</i>	8	1	6	1	0
Moorbirke <i>Betula pubescens</i>	3	1	2	0	0
Pappeln <i>Populus sp.</i>	135	33	95	2	5
Robinie <i>Robinia pseudoacacia</i>	2	0	1	1	0
Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i>	689	426	103	153	7
Roteiche <i>Quercus rubra</i>	16	11	1	4	0
Sandbirke <i>Betula pendula</i>	14	5	3	6	0
Schwarzerle <i>Alnus glutinosa</i>	70	56	1	11	2
Schwarzkiefer <i>Pinus nigra</i>	15	1	0	14	0
Sommerlinde <i>Tilia platyphyllos</i>	9	3	3	2	1
Spitzahorn <i>Acer platanoides</i>	27	8	8	11	0
Stieleiche <i>Quercus robur</i>	148	82	34	31	1
Traubeneiche <i>Quercus petraea</i>	541	284	47	208	2
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>	46	5	11	29	1
Waldkiefer <i>Pinus sylvestris</i>	158	99	29	29	1
Weißerle <i>Alnus incana</i>	7	2	1	3	1
Weißtanne <i>Abies alba</i>	253	156	61	33	3
Winterlinde <i>Tilia cordata</i>	84	56	6	22	0
GESAMTERGEBNIS	3.467	212	67	55	3

Als Beispiel sind in der Abbildung I die Verteilung der Erntebestände in Bayern für die Baumarten Fichte und Buche dargestellt.

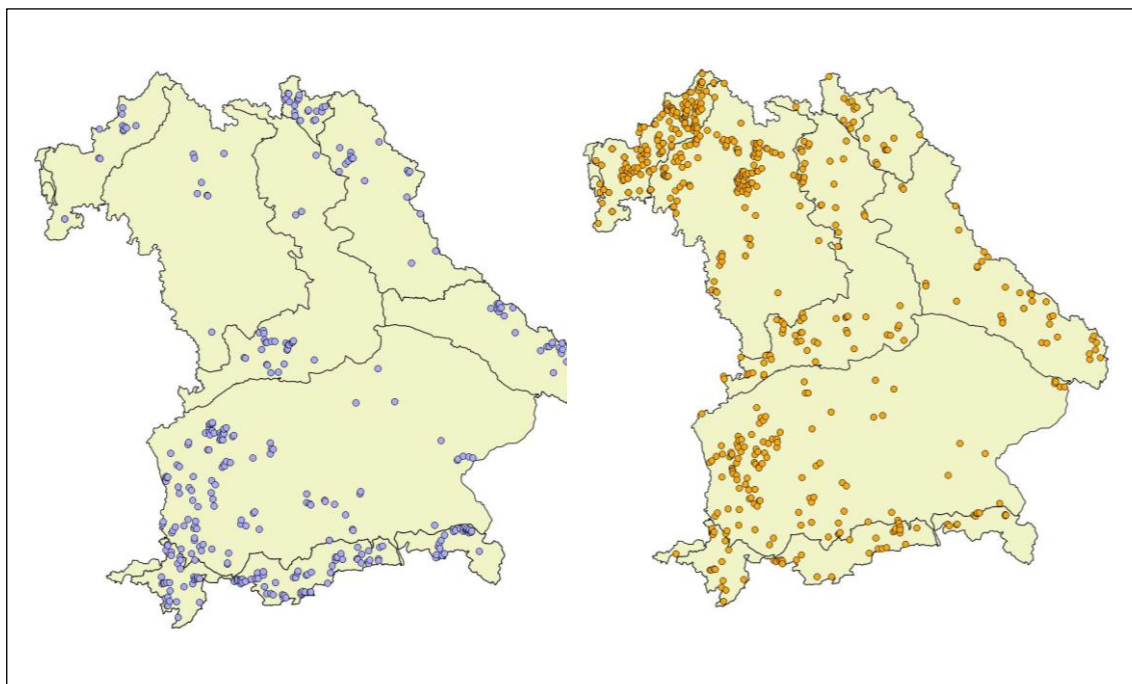


Abb. I: Verteilung der Fichten- (links) und Buchen-Erntebestände (rechts) in Bayern. Die Grundkarte bildet die jeweiligen Herkunftsgebiete der Art in Bayern ab.

Alle Erntebestände sind im Bayerischen Erntezulassungsregister (EZR) eingetragen. Es wurde 2007 als internetbasierte Datenbank neu konzipiert und ist allen Nutzern online zugänglich. Zwischenzeitlich haben sich auch die Bundesländer Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen dem Register angeschlossen. Es erlaubt neben detaillierten Angaben zu Erntebeständen und Erntestatistiken auch eine Anbindung an das GIS-System zur kartennmäßigen Darstellung. Durch die reichhaltige Auswahl potentieller, zur Ernte geeigneter Bestände leistet das Bayerische Erntezulassungsregister einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen.

Seit 2015 können im EZR nun auch die Vorkommen gebietsheimischer Gehölze (GEG) erfasst werden. Dadurch soll die Umsetzung der Vorschriften des Bundesnaturschutzgesetzes zur Bewahrung des Genpools heimischer Baum- und Straucharten in der freien Landschaft gewährleistet werden.

2 STAND DER UMSETZUNG GEZIELTER MASSNAHMEN ZUR GENERHALTUNG IN BAYERN

2.1 *Ex-situ*-Generhaltungsbestände

In Bayern wurden ab 1992 Saatgutreservebestände von Buche, Küstentanne und Douglasie angelegt (vgl. Tab. S2). Die Anlage erfolgte durch das ASP in Zusammenarbeit mit den damaligen Forstämtern. Durch diese Maßnahme ist wertvolles Genmaterial dieser Baumarten gesichert, denn das Saatgut kann nachweislich einem definierten Bestand bzw. einer abgegrenzten Region in einer Samenzone zugeordnet werden. Bei Douglasie ist ein Teil der in den 1980er Jahren beernteten Ursprungsbestände bereits heute nicht mehr vorhanden. Bei Buche wurde mit der Herkunft „Höllbachgspreng“ ein Bestand gesichert, der sich in allen Herkunftsversuchen in Deutschland durch überdurchschnittliche Form und Wuchsleistung auszeichnet. Heute liegt der Bestand im Nationalpark Bayerischer Wald und darf nur noch für Versuchszwecke oder Zwecke der Generhaltung beerntet werden.

Mit der Zulassung zur Samengewinnung ist bei Küstentanne und Douglasie in ca. 15 Jahren, bei Buche erst in ca. 30 Jahren zu rechnen.

Tab. S2: Übersicht der Saatgutreservebestände in Bayern (Stand 2015)

BAUMART	HERKUNFT	FORST-BETRIEB	WALDORT	FLÄCHE [ha]	ANLAGE [Jahr]	BESONDERHEIT
Buche <i>Fagus sylvatica</i>	Höllbachgspreng	Neureichenau	Sandhäuser Häng	2,0	2005	Beste Herkunft in allen HKV. Ausgangsbestand liegt im NP Bayerischer Wald. Beerntung für Wirtschaftszwecke dort nicht mehr möglich
Küstentanne <i>Abies grandis</i>	80 % Elwha River 221.0.5 (Washington), Ostteil; 20 % Sears Creek (Idaho), Westteil	Pegnitz	Schindelweg	1,5	1995	Gemäß HKV bewährte Herkunft für den Anbau in Bayern. Saatgutbeschaffung aus Ursprungsgebieten in den USA sehr schwierig

BAUMART	HERKUNFT	FORST-BETRIEB	WALDORT	FLÄCHE [ha]	ANLAGE [Jahr]	BESONDERHEIT
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	Matlock-Humtulpis, Seedzone 030 120 m	Rothenbuch	Diebsloch	3,0	1992	Gemäß HKV bewährte Herkunft für den Anbau in Bayern. Ursprungsbestände in den USA nicht mehr vorhanden
	Snowqualmie Federation Forest Seedzone 412 500 m	Pegnitz	Gemeindegenschlag	3,0	1993	Gemäß HKV bewährte Herkunft für den Anbau in Bayern
	Higgins Mt., Darrington Seedzone 403, 450 m	Bodenmais	Altreuth	0,5	1993	Gemäß HKV bewährte Herkunft für den Anbau in Bayern
	Suiattle R., Darrington Seedzone 403 450 m	Stadt Landsberg	Einfang	3,5	1992	Gemäß HKV bewährte Herkunft für den Anbau in Bayern

2.2 Erhaltungssamenplantagen

Die Anlage von Samenplantagen zum Erhalt wertvoller Populationen erfolgte in Bayern bereits ab 1955, sowohl zum Zwecke der rationellen Bereitstellung von qualitativ hochwertigem, herkunftsgesichertem Saatgut für die multifunktionale Forstwirtschaft, als auch zum Erhalt wertvoller Genotypen. Je nachdem welche Funktion vorrangig ist, wird zwischen Zieltyp „S“ (Saatgutproduktion vorrangig) oder Zieltyp „G“ (Generhaltungsfunktion vorrangig) unterschieden.

Insgesamt besitzt Bayern derzeit 61 Samenplantagen (vgl. Tab. S3 und S4) mit einer Gesamtfläche von 95,3 ha. 30 Plantagen sind bereits zur Ernte zugelassen, davon sechs in der Kategorie „geprüft“. Sieben Plantagen enthalten seltene Baumarten, die nicht dem Forstvermehrungsgutgesetz unterliegen. Sie haben aufgrund der Seltenheit der Baumarten besonderen Wert sowohl für die Generhaltung als auch für die Saatgutproduktion.

Tab. S3: Samenplantagen von Baumarten, die dem FoVG unterliegen (Stand 2015)

BAUMART	PLUSBÄUME [HKG]	ANLAGE [Jahr]	FLÄCHE [ha]	ZIELTYP	KLONE
Bergahorn <i>Acer pseudoplatanus</i>	801 07	1995	1,0	G	66
	801 10	1975	2,0	S	40
	801 10	2009	1,5	S	60
	801 11	1976	1,8	S	41
Douglasie <i>Pseudotsuga menziesii</i>	853 04 / 05 / 06	1969	3,3	S	80
Fichte <i>Picea abies</i>	840 12	1993	2,4	S	80
	840 19	1994	3,2	G	65
	840 21	1957	3,5	G	68
	840 21	1970	3,5	G	70
	840 22	1970	3,2	G	74
	840 22	1990	2,3	G	80
	840 29	1956	2,6	S	40
	840 29	1959	3,5	S	74
	840 30	1967	1,7	S	67
Kiefer <i>Pinus nigra</i>	851 12	1956	3,1	G	41
	851 23	1958	1,3	G	35
Lärche Europ. <i>Larix decidua</i>	837 03	1960	3,0	S	46
	837 04	2004	2,5	S	133
	837 06	1959	2,0	S	54
	837 07	1995	1,0	S	64
Lärche Hybrid <i>Larix x</i>	838	2006	0,8	S	2
Lärche Jap. <i>Larix kaempferi</i>	839 02	2009	0,9	S	44
Moorbirke <i>Betula pubescens</i>	805 03	2009	0,8	G	29
Schwarzerle <i>Alnus glutinosa</i>	802 07	1965	2,0	G	48
	802 08	1956	1,6	G	38
	802 08	2009	1,0	G	46
Sommerlinde <i>Tilia platyphyllos</i>	824 04	1999	1,0	S	40
	824 04	2004	1,0	S	26
Spitzahorn <i>Acer platanoides</i>	800 03 / 04	2004	1,6	S	59

BAUMART	PLUSBÄUME [HKG]	ANLAGE [Jahr]	FLÄCHE [ha]	ZIELTYP	KLONE
Vogelkirsche <i>Prunus avium</i>	814 04	1980	0,6	S	31
	814 04	1997	1,4	S	83
	814 04	2008	0,8	S	38
Weißerle <i>Alnus incana</i>	803 02	1983	0,6	G	42
	803 02	1983	0,5	G	37
Weißtanne <i>Abies alba</i>	827 06	1989	3,6	G	149
	827 06	1991	3,0	G	153
	827 07	1989	2,7	G	129
Winterlinde <i>Tilia cordata</i>	823 06 / 07	1963	1,2	S	41
	823 06 / 07	2008	1,5	S	41
	823 04 / 07	1992	2,0	S	78
	823 06	1989	2,5	S	76
	823 07	1991	1,0	S	83
	823 07	1991	1,2	S	82
	823 07	1992	2,1	S	90
GESAMTSUMME FLÄCHE			89,6		

G Generhaltung

S Saatgutproduktion

Tab. S4: Samenplantagen von Baumarten, die nicht dem FoVG unterliegen (Stand 2015)

BAUMART	PLUSBÄUME [HKG]	ANLAGE [Jahr]	FLÄCHE [ha]	ZIELTYP	KLONE
Bergulme <i>Ulmus glabra</i>	Alpen > 900 m	1980	0,6	G	33
	Alpen > 900 m	2008	1,0	G	36
Eberesche <i>Sorbus aucuparia</i>	Alpen > 900 m	1983	0,8	G	45
Elsbeere <i>Sorbus torminalis</i>	Nordbayern	1996	0,6	G	51
Feldahorn <i>Axer campestre</i>	Bayern	2006	0,7	G	55
Mehlbeere <i>Sorbus aria</i>	Alpen > 900 m	1981	0,4	G	43

BAUMART	PLUSBÄUME [HKG]	ANLAGE [Jahr]	FLÄCHE [ha]	ZIELTYP	KLONE
Wildapfel <i>Malus sylvestris</i>	Bayern	1990	0,2	G	
	Bayern	1992	0,1	G	
Wildbirne <i>Pyrus pyraeaster</i>	Bayern	1990	0,2	G	
	Bayern	1992	0,1	G	
div. Sträucher	Bayern	1999	0,3	G	
GESAMTSUMME FLÄCHE			5,7		

G Generhaltung

2.3 Klonarchive und Mutterquartiere

Seit einigen Jahren beschäftigt sich das ASP verstärkt mit der Prüfung schnellwachsender Pappelsorten für den Anbau im Kurzumtriebsbereich. Auf etwa 12 Hektar Prüffeldern stehen rund 115 Sorten aus dem In- und Ausland. Im Klonarchiv des ASP befinden sich zurzeit 383 Sorten (vgl. Tab. S6). Zu 28 Pappelsorten unterhält das ASP Mutterquartiere (vgl. Tab. S5).

Tab. S5: Mutterquartiere des ASP (Stand 2015)

KLONNAME	KREUZUNGSSCHEMA	REGISTER-NUMMER	ANZAHL PFLANZEN
214 Casale	P. x euamericana	091 931 15 001 4	70
Allenstein	P. x euamericana	091 931 01 001 4	20
Androscoggin	P. maximowiczii x P. trichocarpa	091 953 01 001 4	235
Beaupre	P. deltoides x P. trichocarpa	091 962 01 001 4	20
Bietigheim	P. x euamericana	091 931 02 001 4	20
Boelare	P. deltoides x P. trichocarpa	091 962 03 001 4	20
Brühl	P. trichocarpa	091 952 02 001 4	100
Columbia River	P. trichocarpa	091 952 06 001 4	20
Dolomiten	P. x euamericana	091 931 05 001 4	20
Dorskamp	P. x euamericana	091 931 48 001 4	70
Drömling	P. x euamericana	091 931 07 001 4	40
Flachslanden	P. x euamericana	091 931 09 001 4	40
Fritzi-Pauley	P. trichocarpa	091 952 05 001 4	20

KLONNAME	KREUZUNGSSCHEMA	REGISTER-NUMMER	ANZAHL PFLANZEN
Hybrid 275	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	091 953 02 003 4	240
I 45/51	<i>P. x euamericana</i>	091 931 50 001 4	20
Kopeccky	<i>P. x euamericana</i>	091 931 52 001 4	20
Max 1	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i>	091 961 02 004 4	190
Max 3	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i>	091 961 03 004 4	350
Max 4	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i>	091 961 04 001 4	300
Muhle Larsen	<i>P. trichocarpa</i>	091 952 03 001 4	235
Oxford	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. berolinensis</i>	091 951 01 001 4	120
Pannonia	<i>P. x euamericana</i>	091 931 43 001 4	20
Raspalje	<i>P. deltooides</i> x <i>P. trichocarpa</i>	091 962 02 001 4	20
Robusta	<i>P. x euamericana</i>	091 931 30 001 4	20
Rochester	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i>	091 960 01 001 4	120
Scott-Pauley	<i>P. trichocarpa</i>	091 952 04 001 4	20
Trichobel	<i>P. trichocarpa</i>	091 952 09 001 4	50
Unal	<i>P. deltooides</i> x <i>P. trichocarpa</i>	091 962 04 001 4	20
Schwarzpappel	<i>P. nigra</i>	091 900 01 013 2	762

Für die Schwarzpappel wurde ab 2009 ein Mutterquartier angelegt, das stetig erweitert wird.

Tab. S6: Klone des Klonarchivs des ASP (Stand 2015)

709	6261	Drömling ●	Jean Pourtet	<i>P. maximowiczii</i> 2
1 NW9-64 A	6278	Eckhof	Jugenheim 1	<i>P. maximowiczii</i> 4
1/64	7-1 Rastatt	Ederaeue 11	Kamabuchi	<i>P. maximowiczii</i> 9
10/85	72/53(13)	Ederaeue 14	Karlsruhe 62	<i>P. trich. X coreana</i> Klon 39
109/66	73/53(3)	Ederaeue 9	Kastenwörth	Pannonia ●
12 NW9-254 B	73/65	England	Katrop Angulata x trichoc.	Pegaso
120/66	73-1 Graben Neudorf Baum 1	Flachslanden ●	Kenzingen 1	Philipsburg A
121/66	73-1 Graben Neudorf Baum 2	Floßgrün Speyer	Klon 58	Pretetze
124/66	73-1 Graben Neudorf Baum 3	France 1.15	Kopeccky ●	Prezewalskii
126/66	73-1 Graben Neudorf Baum 4	France 10.15	Koreana 6/69	Primo
127/66	73-1 Graben Neudorf Baum 5	France 2.15	Koreana Klon 39	Pyramidalis Rozier
14/65	76/56	France 3.15	Kornik 1	Racket
146/65	77/56	France 4.15	Kornik 3	Rap
147/65	9 NW9-48 F	France 5.15	Kornik 34	Raspalje ●
15/65	9/60	France 6.15	Lampertheim	Regenerata Deutschland

155/63	A 194	France 7.15	Langendorf	Régénéré de Suisse
16/65	A4A	France 8.15	Lasio Carpa	Rhederbachpappel
161/63	AF 12	France 9.15	Leimersheim	Robusta ●
18 NW9-313 W	AF 13	Fritzi-Pauley ●	Lingenfeld	Robusta var. Bachelieri
18/65	AF 14	Fritzlar 1 (Maserpappel)	Lloydii	Robusta var. Vernirubens
20/78	AF 15	Fritzlar 3	Loenen	Rochester ●
21091 = 21078	AF 16	FVA BW 8417	Lomellina/BL Costanzo	Ross Lake 1
214/64	AF 17	FVA BW 8419	Lomellina/Cappa Bigliona	S 6-1
216/58	AF 18	FVA BW 8420	Löns	S 6-20
217/75(3)	AF 19	FVA BW 8422	Lux	S. River
218/75(1)	AF 2	FVA BW 8423	M1	S11-8
218/75(8)	AF 20	FVA BW 8430	Manitobensis	S1-3
22/79	AF 21	FVA BW 8431	Marilandica	S1-5
22/84	AF 6	FVA BW 8432	Matrix 11	S6-36
220/66	AF 8	FVA BW 8433	Matrix 21	S6-7
221/66	Agathe F	FVA BW 8434	Matrix 24	Schaesberg
252/63(27)	Alaska 1	FVA BW 8437	Matrix 49	Schönbichl
253/63(20)	Alaska 2	FVA BW 8439	Max 1 ●	Schoorldam
253/63(30)	Alaska 3	FVA BW 8440	Max 2	Scott-Pauley ●
253/63(58)	Allenstein ●	FVA BW 8442	Max 3 ●	Serotina du Poitou
255/63(1)	Androscoggin ●	FVA BW 8443	Max 4 ●	Sinn 1
255/63(17)	Angulata de Chaut	FVA BW 8444	Max 5	Sirio
256/63(22)	Avanzo	FVA BW 8445	Max x P. x berlinensis	Skado
267/63(1)	Baden 405	FVA BW 8446	MC 14	Spreewald
267/63(10)	Baden 8/9/10	FVA BW 8447	Mendenhall II	Spyk
267/63(11)	Bakan	FVA BW 8452	ML x 606/52(3)	Tannenhoeft
267/63(12)	Barn	FVA BW 8453	Mohawk	Tardif de Champagne
267/63(13)	Beaupré ●	FVA BW 8463	Monviso	Terrace 2
267/63(14)	Beletto	FVA BW 8464	Muhle-Larsen ●	Terwolde
267/63(15)	Berolinensis	FVA BW 8465	Muur	Trichobel ●
267/63(16)	Bietigheim ●	FVA BW 8466	Navajo	Trichocarpa (Oregon USA)
267/63(18)	BL	FVA BW 8469	NE 388	Triplo
267/63(20)	Blom	FVA BW 8470	Neuburg 2	Unal ●
267/63(22)	Boelare	FVA BW 8471	Neupotz	v. Wettstein
267/63(24)	Brabantica	FVA BW 8472	Nr. 33	Vereacken
267/63(3)	Brandaris	FVA BW 8473	Nr. 37	Vesten
267/63(4)	British Columbien 1	FVA BW 8479	Nr. 7 Wettsteinkreuzung	Virginiana de Frignicourt
267/63(6)	Brühl 1	FVA BW 8480	NW 7-17 C	Virginie de Nancy
267/63(7)	Brühl 2	Gaver	NW 7-177 T	Wasu 1
275/49	Brühl 3	Gelrica	NW 7-18 D	Wasu 2
279/64	Brühl 4	Geneva	NW 7-180 W	Wasu 3
280/64	Brühl 5	Goldgrund 1	NW 7-183 A	Weilimdorf
281/64	Brühl 6	Grandis	NW 7-197 S	Weser 1
283/64	Brühl 7	Grimminge	NW 7-200 V	Weser 2
3 NW9-315 Z	Brühl 8	Guardi	NW 7-204 A	Weser 3
30/84	Büsnauer Hof	Guarieto	NW 7-226 B	Weser 4

306/52	CA 71	Harper 1	NW 7-234 L	Weser 5
36/70	Canadese/Boccalari	Harper 2	NW 7-236 N	Weser 6
4/94	Canadese/Branagesi	Harvard	NW 7-237 P	Weser 7
43/53	Canadese/Gattoni	Heimbürger	NW 7-244 X	Weser 8
44/54	Carpaccio	Hohenheim	NW 7-255 L	Wettstein
56/65	China-1	Hybride 194	NW 7-491 S	Wimm 1
57/65	China-2	Hybride 275 ●	NW 7-559 X	Wimm 2
603/52	China-3	I 130 Casale	NW 7-587 F	Wimm 3
604/52	Cima	I 154 Casale	NW 7-61 E	Woltersen
605/52(1)	Cino	I 214 Casale ●	NW 7-78 A	Zürich 03/1
606/52(2)	Clava	I 45/51 Casale ●	NW 7-91 R	
607/52	Columbia River ●	I 476 Casale	Offenburg 1	
609/52(2)	Delta	I 55/65	Ogy	
612/52	Dolomiten ●	Ichenheim 2	Ostia	
622/52	Donk	Isieres	Oudenberg	
623/52	Dornberg 4	Jacometti 42 A	Oxford ●	
624/52	Dorskamp ●	Jacometti 78 B	P. fremoentii	

● - ASP unterhält für den Klon ein Mutterquartier

2.4 Langfristige Saatguteinlagerung

Die Gründung der forstlichen Genbank in Bayern geht auf einen Landtagsbeschluss von 1989 als Maßnahme zur Erhaltung forstlicher Genressourcen zurück, der als Folge der umfangreichen Waldschäden durch Industrieemissionen gefasst wurde. Die 1990 in Bindlach und Laufen in Betrieb genommenen Kühleinrichtungen zur Langzeitlagerung von Saatgut wurden 2014 neu gestaltet und in den Laborneubau des ASP in Teisendorf integriert.

Seit 1900 wurden wiederholt Einlagerungen von Saatgutpartien vorgenommen. Diese wurden regelmäßig auf ihre Keimfähigkeit überprüft. Bei starkem Rückgang des Keimprozents wurden die Parteien aus der Genbank genommen und durch neue ersetzt. Zurzeit sind keimfähige Parteien für die meisten der in Tabelle 6 enthaltenen Baumarten eingelagert. Dringender Bedarf zur Einlagerung weiterer Parteien besteht bei Douglasie, bei den meisten Plantagen sowie bei fast allen Sonderherkünften.

3 DURCHGEFÜHRTE MASSNAHMEN BEI SELTENEN BAUMARTEN

Im Rahmen von zwei bundesweiten Projekten wurden in Bayern bisher zehn Baumarten nach einem einheitlichen Aufnahmeschema erfasst und kartiert (Tab. S7). Für sie liegen detaillierte Daten zu Baumzahlen, Naturverjüngungsanteil, Anzahl der Vorkommen ab fünf Bäumen und Altersstruktur vor. Aus den Erhebungen wurden Vorkommensschwerpunkte (Genzentren) für Bayern abgeleitet. In Abbildung II sind exemplarisch die Vorkommen der Eibe und des Speierlings dargestellt.

Tab. S7: Übersicht über die Vorkommen der bisher erfassten seltenen Baumarten in Bayern (Stand 2015)

BAUMART	BÄUME Gesamt [Anzahl]	BAYER. ANTEIL BAUMART [%]	VORKOM- MEN AB 5 BÄUMEN [Anzahl]	FLÄCHE [ha]	INDIVIDUEN PRO ha FLÄCHE [Anzahl]	Ø-INDIVIDUEN PRO VORKOMMEN
Eibe *	14.761	25	128	2.149	6,9	115,3
<i>Taxus baccata</i>						
Elsbeere	45.350	55	193	2.933	15,5	235,0
<i>Sorbus torminalis</i>						
Feldahorn	427.347	32	251	3.155	135,5	1.702,6
<i>Acer campestre</i>						
Grünerle	110.940	99	11	883	125,6	10.085,5
<i>Alnus viridis</i>						
Schwarzpappel *	15.829	31	456	3.036	5,2	34,7
<i>Populus nigra</i>						
Speierling *	1.055	22	106	2.747	0,4	10,0
<i>Sorbus domestica</i>						
Traubenkirsche	455.331	12	183	2.732	166,7	2.488,1
<i>Prunus padus</i>						
Weißerle	1.582.193	75	182	5.071	312,0	8.693,4
<i>Alnus incana</i>						
Wildapfel *	121	<1	3	201	0,6	40,3
<i>Malus sylvestris</i>						
Wildbirne *	1.964	12	15	919	2,1	130,9
<i>Pyrus pyraeaster</i>						

* mit erfassten Einzelbäumen

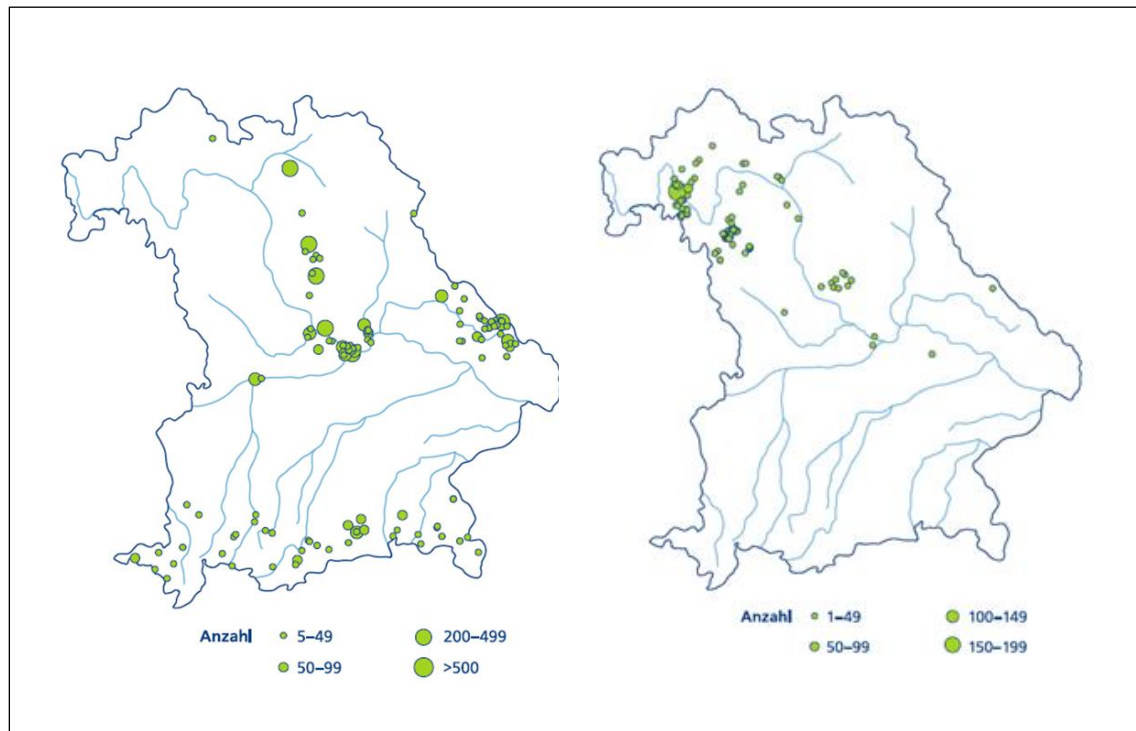


Abb. II: Verbreitung der Eibe (links) und des Speierlings (rechts) in Bayern (Erfassung 2010-2012)

Von den in Tabelle S7 genannten seltenen Baumarten wurden bis zu drei Vorkommen aus Bayern für den bundesweiten Vergleich auch genetisch charakterisiert. Diese Stichprobe reicht jedoch nicht aus, um eine bayernweite genetische Differenzierung oder eine regionale Unterscheidung vorzunehmen. Hierfür bedarf es weiterer Untersuchungen.

Neben der Erfassung (Kartierung der seltenen Arten) wurden bei den seltenen Baumarten in Bayern seit 1989 weitere Maßnahmen durchgeführt, die in Tabelle S8 zusammengefasst sind. Der Schwerpunkt lag bei der Anlage von Erhaltungsplantagen und der Einlagerung von Saatgut in die Forstgenbank des ASP.

Tab. S8: Zur Generhaltung eingeleitete oder bereits durchgeführte Maßnahmen bei den seltenen Baumarten (Stand 2015)

BAUMART	ERFASSUNG DER VORKOMMEN	ERNTÉ- BESTÄNDE	ANLAGE		EINGE- LAGERTES SAATGUT
			MQ	SP	
Bergulme <i>Ulmus glabra</i>				2	
Eberesche <i>Sorbus aucuparia</i>				1	
Eibe <i>Taxus baccata</i>	X				
Elsbeere <i>Sorbus torminalis</i>	X			1	X
Feldahorn <i>Acer campestre</i>	X			1	
Feldulme <i>Ulmus minor</i>					X
Grünerle <i>Alnus viridis</i>	X				X
Mehlbeere <i>Sorbus aria</i>				1	
Salweide <i>Salix caprea</i>					
Schwarzpappel <i>Populus nigra</i>	X	7	1		
Silberpappel <i>Populus alba</i>					
Speierling <i>Sorbus domestica</i>	X				X
Spirke <i>Pinus mugo</i>					X
Traubekirsche <i>Prunus padus</i>	X				
Weißerle <i>Alnus incana</i>	X			2	
Wildapfel <i>Malus sylvestris</i>	X			2	
Wildbirne <i>Pyrus pyraeaster</i>	X			2	

MQ Mutterquartier
SP Samenplantage

Bisher wurden 12 Generhaltungssamenplantagen für acht Baumarten angelegt und Saatgut von fünf Arten langfristig eingelagert. Bei den Plantagen steht die Sicherung des Erbguts und der reinen Art im Vordergrund. Desgleichen verspricht man sich von diesen Plantagen mittelfristig auch die Gewinnung von höherwertigem Vermehrungsgut unter deutlich besseren Beerntungsmöglichkeiten als bei natürlichen Beständen. Vor allem die Samenplantagen der Bergulme, Mehlbeere und Vogelbeere bilden die Grundlage für die Erzeugung von Pflanzgut für die Schutzwaldsanierung im nördlichen Bereich der Bayerischen Alpen. Die 1992 angelegten Wildapfelplantagen werden regelmäßig beerntet und genetisch überprüfte Pflanzen für Wiederansiedlungsprojekte nachgezogen. So konnten im Jahr 2013 drei kleinere Flächen mit Wildapfel in Unterfranken in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Waldbesitzern (BaySF, Kommunalwald) neu angelegt werden.

Das Schwarzpappel-Mutterquartier wurde nach Flüssen getrennt angelegt weil sich gezeigt hat, dass es genetische Unterschiede zwischen den Pappeln unterschiedlicher Flussläufe gibt. Das eingesammelte Material wurde vegetativ vermehrt. Das Quartier umfasst zurzeit ca. 300 Klone entlang von 12 Gewässern (Flüsse, Seen) in Bayern.

Zur Weitervermehrung bzw. zur Anlage weiterer Mutterquartiere wird das Material auch an bayerische Baumschulen abgegeben. In Saat- und Pflanzgutbetrieben gibt es derzeit drei weitere Quartiere zur vegetativen Vermehrung der Schwarzpappel (vgl. Tab. S9). Zudem wurden bisher sieben Schwarzpappelerntebestände mit einer reduzierten Fläche von 11 ha (Gesamtfläche 453,9 ha) gemäß FoVG zur Ernte zugelassen (Tab. S10). Im Gegensatz zur rein vegetativen Vermehrung in Mutterquartieren wird dort generativ erzeugtes Saatgut geerntet. Das daraus gezogene Pflanzgut hat nachweislich eine höhere genetische Diversität als über Stecklinge gezogenes Vermehrungsgut (CREMER et al. 2013).

Tab. S9: Schwarzpappel-Mutterquartiere (MQ) in Bayern

BAUMART	AUSGEWÄHLTE BÄUME URSPRUNG	ANZAHL		FLÄCHE [ha]	EIGENTÜMER
		MQ	KLONE / INDIVIDUEN		
Schwarzpappel <i>Populus nigra</i>	Flusslandschaften Bayerns	1	782	0,3	ASP
	Isar	1	68	0,1	Privat
	Inn	1	80	0,1	Privat
	Main	1	unbekannt	0,1	Privat

Tab. S10: Zugelassene Schwarzpappel-Erntebestände in Bayern

BAUMART	GEWÄSSER	BESTÄNDE [Anzahl]	REDUZIERT FLÄCHE [ha]	WALDBESITZER	REGISTER-NR.
Schwarzpappel <i>Populus nigra</i>	Salzach	1	0,5	Wasserwirtschaft	091 900 01 011 2
	Inn	2	3,2	Wasserwirtschaft	091 900 01 009 2
	Inn	2	3,2	Wasserwirtschaft	091 900 01 017 2
	Donau	1	1,2	Wasserwirtschaft	091 900 01 012 2
	Isar	1	2,5	BaySF	091 900 01 010 2
	Rott	1	1,9	Privatwald	091 900 01 008 2
	Lech	1	1,7	Wasserwirtschaft	091 900 01 015 2

4 BEGLEITENDE MASSNAHMEN ZUR FORSTLICHEN GENERHALTUNG

4.1 Genetisches Langzeitmonitoring

In Bayern wurden bislang zwei Flächen zum genetischen Monitoring eingerichtet.

Die Einrichtung der ersten Monitoringfläche für Buche erfolgte 2006 im Forstbetrieb Freising. Die ab 2006 durchgeführte genetische Inventur von Altbestand, Naturverjüngung und Samen-genera-tion, wiederholte Blühbeobachtungen und Bestimmungen der Samenqualität zeigten, dass das genetische System des Bestandes zur Zeit im natürlichen Gleichgewicht ist. 2015 erfolgte die erste Folgeinventur mit Erhebungen in der Naturverjüngung. Da in 2015 keine Ernte für die Buche zu erwarten ist, wird die Samengenera-tion analysiert, sobald mindestens eine Teilmast vorhanden ist. Die Untersuchungen werden durch Beobachtungen zu Austrieb, Blüh-verhalten und Samenqualität ergänzt.

Im Frühjahr 2015 wurde die erste Monitoringfläche für **Weißtanne** im Forstbetrieb Berchtes-gaden eingerichtet. Die Ersteinrichtung und -inventur wird durch die EU im Rahmen des Projekts LIFE GENMON aus dem Programm LIFE + gefördert. Erste Ergebnisse zum Ist-Zu-stand werden 2016 vorliegen.

Tab. S11: Detailinformationen zu den genetischen Monitoring-Flächen in Bayern

	BUCHE <i>Fagus sylvatica</i>	WEISSTANNE <i>Abies alba</i>
Forstbetrieb	Freising	Berchtesgaden
Distrikt	Kranzberger Forst	Stoissberg
Waldort	Abt. 4 – Fuchsloch	Abt. 8 - Shrög
Wuchsbezirk	Oberbayerisches Tertiärhügelland	Oberbayerische Flysch-Voralpen
Höhe [m]	508	875 – 1.000
Flächengröße [ha]	7,1	12
Flächenkurzbeschreibung	Buchen-Eichenmischbestand	Tannen-Fichten-Mischbestand

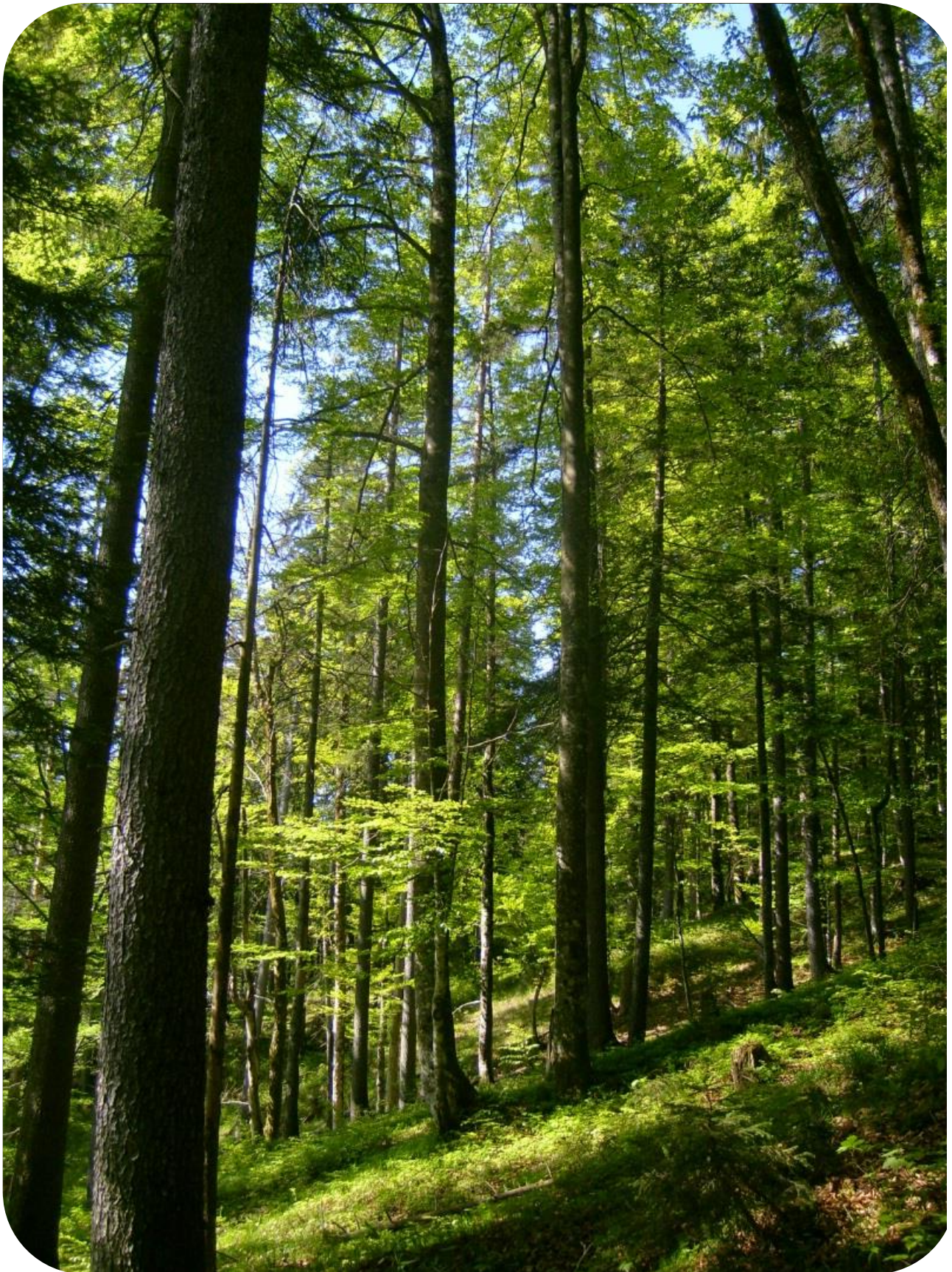
4.2 Genetische Laboruntersuchungen

Am ASP wurde 1991 ein Isoenzymlabor und 1998 ein DNA-Labor eingerichtet. Beide Labore sind mit moderner Analysetechnik ausgestattet. Durch den 2014 in Betrieb genommenen Labor-Neubau wurde die Infrastruktur der Labore deutlich optimiert. Zur Zeit werden in den Laboren des ASP jährlich bis zu 10.000 Proben von zahlreichen Baumarten genetisch untersucht.

Die folgenden Beispiele zeigen, welche der im Rahmen der Generhaltung geplanten Maßnahmen (vgl. Punkt 8.3) bereits jetzt fallweise im Labor Anwendung finden:

- Charakterisierung von *in-situ*-Generhaltungsobjekten in Bayern: Untersuchungen wurden bereits punktuell bei **Eibe** (Isoenzymanalyse), **Erle** (Isoenzymanalyse), **Elsbeere** (DNA-Analysen), **Schwarzpappel** (Isoenzymanalyse, DNA), **Traubenkirsche** (DNA) durchgeführt.
- Überprüfung von Einzelbäumen von **Wildapfel und Schwarzpappel** auf Artreinheit (mehrere Hundert Individuen je Baumart wurden analysiert).
- Überprüfung der Sortenreinheit bei **Hybridpappeln**; ein „genetisches Sortenkataster“ liegt für ca. 100 Klone aus dem Klonarchiv am ASP vor.
- Von den zwei eingerichteten Flächen zum genetischen Monitoring (vgl. Punkt 8.2) wurden für **Buche und Tanne** jeweils mehrere Hundert Proben genetisch untersucht (Isoenzymanalyse, DNA).
- Die Klone in den Generhaltungsplantagen von **Bergahorn, Fichte und Weißtanne** wurden *genetisch charakterisiert* (DNA, Isoenzymanalyse) und die *genetische Vielfalt* der Plantage berechnet.
- Alle **Douglasien**-Erntebestände in Bayern (ca. 320) wurden auf ihre Zugehörigkeit zur Inland- oder Küstenvarietät und ihre genetische Vielfalt untersucht. Bestände der Inlandsdouglasie und Bestände mit sehr niedriger genetischer Diversität wurden aus der Zulassung genommen. Vor Neuzulassung wurden ca. 40 Douglasienbestände und ca. 50 Bestände der Weißtanne auf ihre genetische Qualität hin untersucht.
- Bei den **Eichenarten** wurden ca. zehn Erntebestände hinsichtlich Artreinheit auf Bestandesebene untersucht. Desgleichen wurden genetische Labormethoden etabliert um die Artzusammensetzung von Birkenbeständen (Moorbirke/Sandbirke) und Lindenbeständen (Winterlinde/Sommerlinde) zu überprüfen.

- Bei **Esche** wurden von *Chalara fraxinea* befallene und weniger befallene Vorkommen hinsichtlich ihrer genetischen Zusammensetzung verglichen und Methoden zur genetischen Identifizierung des Erregerpilzes und dessen Differenzierung nach Stämmen etabliert. Diese werden inzwischen serienmäßig angewendet.
- Als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl von *in-situ*-Generhaltungsbeständen werden die umfangreichen genetischen Inventuren dienen, die in Bayern für die Baumarten Buche, Weißtanne, Fichte, Eiche, Esche und in geringerem Umfang für Bergahorn vorliegen.



www.asp.bayern.de

