

HESSEN-FORST

HESSEN



Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor

26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom 20. bis 22. Oktober 2005 in Fuldata

Tagungsband



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	6
Vorträge	
Integration versus Segregation ... nur so wirtschaftet die deutsche Forstwirtschaft nachhaltig! <i>Hubert Weiger</i>	7
Wertschöpfung, Wirtschaftlichkeit und nachhaltiger Erfolg – Welche Bezüge gibt es zur Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung? <i>Bernhard Möhring</i>	13
Verwendung von genetisch höherwertigem forstlichen Vermehrungsgut aus der Sicht eines Forstpflanzenproduzenten <i>Joachim Pein</i>	26
Forstpflanzenzüchtung in Deutschland – Verlorener Zuschuss oder Zukunftsinvestition? <i>Heino Wolf</i>	33
Erfolge (und Grenzen) bei dem Herkunftsnachweis mittels Isoenzym- und DNA-Analysen <i>Monika Konnert</i>	49
Saat- und Pflanzgut mit überprüfbarer Herkunft – ein Nachhaltigkeitskriterium bei PEFC <i>Dirk Teegelbeekers</i>	58
Praktizierte Provenienzwahl - Garantie für eine nachhaltige Ertragssicherung? <i>Dierk Kownatzki</i>	61
Autochthonie im Praxistest – vergleichende Untersuchungen bei Gehölzanzpflanzungen <i>Birgit Vollrath</i>	67
Maßnahmen zur Optimierung der genetischen Grundlagen für Douglasien in Hessen <i>Hans-Martin Rau</i>	76
Die forstliche Saatgutproduktion in Bulgarien – Grundlagen für den Anbau widerstandsfähiger und produktiver Forstkulturen <i>Krassimira Petkova, Milko Milev, Nasko Iliev</i>	83
Forstliche Genressourcen im Alpenbereich – Erfahrungen aus dem EU-Projekt "BAFE" <i>Gerhard Müller-Starck</i>	90

Konzeption zur Erhaltung forstlicher Genressourcen bei den Tschechischen Staatsforsten (Lesy České republiky státní podnik) <i>Josef Svoboda und Jaroslav Zezula</i>	92
---	----

Impulsreferate

Sicherung der genetischen Qualität von forstlichem Vermehrungsgut aus Sicht der Lieferanten und der Verbraucher <i>Albrecht Behm</i>	99
---	----

Nachhaltigkeitssicherung und Verbesserung der genetischen Ressourcen bei der Verjüngung (künstlicher und natürlicher) und Behandlung der Waldbestände – welchen Aufwand muss uns das wert sein? <i>Wilfried Steiner</i>	103
--	-----

Genetische Aspekte bei der Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe <i>Heino Wolf</i>	105
---	-----

Poster

Cytoplasmatische Differenzierung und Phytogeographie bei <i>Acer pseudoplatanus</i> L. in Europa <i>Christiane Bittkau und Gerhard Müller-Starck</i>	111
---	-----

Kontrollmöglichkeiten beim Handel mit Pflanzenmaterial – neue Perspektiven mit DNA-Fingerprint-Methoden <i>E. Cremer, G. Rathmacher, E. Hussendörfer, B. Ziegenhagen, S. Liepelt</i>	113
---	-----

Kern-Mikrosatelliten-Marker für die Weißtanne (<i>Abies alba</i> MILL.) <i>Eva Cremer, Sascha Liepelt, Federico Sebastiani, Birgit Ziegenhagen, Giovanni G. Vendramin</i>	116
---	-----

Weißtannenherkunftsversuch in Baden-Württemberg <i>Marie Carmen Dacasa-Ruedinger, Ian Bromley, Manuel Karopka</i>	119
--	-----

The Distribution of the Populations of Sessile Oak (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl) in Bosnia and Herzegovina by Chloroplast DNA (cpDNA) and its Application in Forestry <i>Ballian Dalibor, Ivanković Mladen, Danko Slade</i>	121
--	-----

Riegelahorn – Vermehrung und Anbauversuch <i>Dietrich Ewald, Volker Schneck, Heike Liesebach</i>	131
---	-----

Analyse der Forstsaatgutproduktion in der Slowakei in Hinblick auf die genetische Vielfalt <i>Elena Foffová, Vladimír Foff, Dagmar Bednárová</i>	132
---	-----

Herkunftskontrolle an forstlichem Vermehrungsgut mittels stabiler Isotope: Konzeption eines BMBF-Verbundprojektes <i>Karl Gebhardt</i>	141
Mikrovermehrung und Klonprüfung bei Berg-/Riegelahorn <i>Karl Gebhardt und Jürgen Bohnens</i>	146
Unterscheidung von Saatgutpartien der Winterlinde mittels stabiler Isotope ($^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$) <i>Karl Gebhardt und Helmut Grotehusmann</i>	153
Genetische Struktur einer Reliktpopulation von <i>Populus nigra</i> L. an der Mittleren Elbe bei Werben, Sachsen Anhalt <i>Silke Gneuß, Ilona Leyer, Birgit Ziegenhagen & Berthold Heinze</i>	159
Provenance identification of common ash (<i>Fraxinus excelsior</i> L.) in southern Germany by using nuclear and chloroplast microsatellites <i>Ingrid Hebel, Marie Carmen Dacasa, R. Haas, A. Dounavi</i>	163
EUFORGEN - Das Europäische Programm für Forstliche Genetische Ressourcen in seiner 3. Phase (2005 – 2009) <i>Armin O. König</i>	165
100 Jahre Eichenforschung in Mariabrunn <i>Mirko Liesebach, Michael Mengl, Lambert Weißenbacher</i>	170
Genetische Untersuchungen am Douglasien-Naturwaldreservat NWR Grünberg in Rheinland-Pfalz <i>Werner D. Maurer</i>	180
Genetischer Fingerabdruck zur Qualitätssicherung von silvaSELECT- Klonmischungen <i>A. Meier-Dinkel, W. Steiner, O. Artes, B. Hosius, L. Leinemann</i>	189
Genetische Überprüfung der Identität von Baumschulpflanzen <i>Gerhard Müller-Starck und Eliane Röschter</i>	191
Estimation of pollen parents contribution in stands of Norway spruce (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.) <i>Sylvia Nascimento de Sousa, Reiner Finkeldey, Oliver Gailing</i>	193
Abschätzung eines Auskreuzungsrisikos durch Introgression fremder Gene bei <i>Populus spec.</i> - Projektvorstellung - <i>Marc Niggemann, Georg Rathmacher, Oliver Jakoby, Birgit Ziegenhagen & Ronald Bialozyt</i>	200
Auswirkungen von forstlichen Behandlungen auf die genetische Diversität von Douglasien-Saatguterntebeständen <i>Arno Röder, Monika Konnert, Erwin Hussendörfer</i>	204

Energiewald: Sortenwahl – der entscheidende Produktionsfaktor <i>R. Schirmer</i>	206
Nutzung der genetischen Ressourcen von <i>Prunus avium</i> L. im Land Brandenburg <i>Dagmar Schneck</i>	207
Ein Langzeitprogramm zur Züchtung von Hybridlärche (<i>Larix x eurolepis</i> Henry) <i>Volker Schneck</i>	212
TreeBreedEx –ein Impuls für die europäische Forstpflanzenzüchtung <i>Volker Schneck und Armin König</i>	220
Searching natural populations of <i>Araucaria angustifolia</i> : Conservation strategies for forest genetic resources in southern Brazil <i>Valdir M. Stefenon, Oliver Gailing, Reiner Finkeldey</i>	222
Vergleich unterschiedlicher Gehölzherkünfte. Erste Ergebnisse einer Versuchspflanzung im Landkreis Fulda <i>Birgit Vollrath, Arbeitskreis Autochthone Gehölze</i>	228
Breeding conifers and selecting them is a longtime work <i>Kurt Wittboldt-Müller</i>	232
Impressum	234

Vorwort

Die **26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung** wurde im Oktober 2005 vom Landesbetrieb Hessen-Forst ausgerichtet. Wesentlicher Anlass, diese Veranstaltung nach Hessen zu holen, war das 50-jährige Jubiläum der für die Prüfung und Erhaltung sowie genetische Untersuchungen forstlicher Genressourcen zuständigen Fachgebiete der Servicestelle Forsteinrichtung, Information und Versuchswesen des Landesbetriebes.

Mit dem Tagungsthema **„Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor“** sollte herausgearbeitet werden, welche große Bedeutung den Erbanlagen unserer Waldbäume für eine nachhaltige, vielfältige und ertragreiche forstliche Produktion in stabilen und anpassungsfähigen Wäldern zukommt. Ohne die Erhaltung, Förderung und sinnvolle Nutzung der genetischen Ressourcen des Waldes kann eine vielen Funktionen dienende Forstwirtschaft nicht dauerhaft betrieben werden. Der Zielsetzung der Tagung entsprechend tauchten in den einzelnen Beiträgen immer wieder wirtschaftliche Aspekte wie Nachhaltigkeit, Wertschöpfung, Investition, Aufwand und Ertragsicherung auf. Sehr spezielle Themen aus der Arbeit der Forstpflanzenzüchter und Forstgenetiker wurden bewusst nachrangig behandelt, um die Tagung so für ganz unterschiedliche Berufsgruppen interessant zu machen. Für einen regen Austausch an Gedanken und Informationen waren deswegen neben den üblichen Fachkreisen auch Praktiker aus den Forstbetrieben, Samen- und Pflanzenproduzenten sowie Vertreter von Verbänden und Verwaltungen eingeladen.

Einer Anregung von Dr. Geburek aus Wien folgend, wurde die Zeit für Vorträge zum ersten Mal in der Geschichte dieser Veranstaltungsreihe verkürzt. Stattdessen konnten sich die 106 Tagungsteilnehmer aus sechs Ländern aktiv in eine von drei parallel laufenden Diskussionsrunden zu verschiedenen Themen einbringen. Den noch im Plenum vorgetragenen einführenden Impulsreferaten folgten engagiert geführte Debatten in the-

matisch getrennten Arbeitsgruppen unter externer Moderation. Anschließend wurden die Ergebnisse wiederum im Plenum vorgestellt.

Diejenigen, die keine Gelegenheit hatten vorzutragen, erhielten das Angebot, Poster zu präsentieren und deren Inhalte für den vorliegenden Tagungsbericht wie eine Veröffentlichung aufzubereiten.

Der Abend des zweiten Tages war der Kultur gewidmet: Da zufällig auch die Kasseler Documenta ihr 50-jähriges Jubiläum feierte, konnten die Teilnehmer in Führungen am Beispiel wichtiger Exponate die bewegte Geschichte dieser international bekannten Ausstellungsreihe für moderne Kunst kennen lernen.

Zum Abschluss der Tagung fand eine halbtägige Exkursion in den nahe gelegenen Reinhardswald statt. Erster Exkursionspunkt war eine Teilfläche des Douglasien-Provenienzversuches der IUFRO. Trotz der geringen verbliebenen Stammzahl pro Parzelle konnten die enormen Unterschiede in Leistung und Qualität zwischen verschiedenen Herkünften der inzwischen 34-jährigen Douglasien demonstriert werden. Es folgte ein Bestandesabsaatversuch mit 18 Jahre alten Stiel- und Traubeneichen aus Hessen. Hier sollten den Exkursionsteilnehmern insbesondere die gravierenden Unterschiede in der Schaftform gezeigt werden. Die Exkursion endete im Naturwaldreservat Weserhänge, wo die Besonderheiten des hessischen Naturwaldreservate-Programmes vorgestellt und genetische Aspekte in diesem Zusammenhang diskutiert wurden.

Allen, die zum Gelingen der Tagung von den Vorbereitungen bis hin zur Erstellung des vorliegenden Tagungsbandes beigetragen haben, sage ich an dieser Stelle herzlichen Dank!

Hans-Martin Rau

Integration versus Segregation

... nur so wirtschaftet die deutsche Forstwirtschaft nachhaltig!

Hubert Weiger

Zusammenfassung

Entsprechend den internationalen Vorgaben wie der Biodiversitätskonvention von Rio aus dem Jahr 1992 und der Helsinki-Resolution der Ministerkonferenz über den Schutz der Wälder (1993) sind die Wälder nachhaltig zu bewirtschaften, wobei die Vielfalt auf der Ebene der Ökosysteme, Arten und Gene zu erhalten ist. Dabei gibt die Helsinki-Resolution explizit vor, dass dies auch auf lokaler Ebene zu gewährleisten ist.

Eine segregative Naturschutzstrategie führt auf der einen Seite zu einer Ausweisung von Schutzgebieten und auf der anderen Seite zu einer Intensivierung auf der restlichen Waldfläche. Einen ähnlichen Ansatz verfolgen sog. Altholzinselprogramme. Diese Leitbilder gelten als überholt, weil durch sie allein die Biodiversität wie gefordert auf lokaler Ebene nicht erhalten werden kann. Denn dieses Inseldenkmal würde letztendlich dazu führen, dass auf der einen Seite einige Prozent der Waldfläche streng geschützt sind. Dies würde auf der anderen Seite zu einer mechanisierten Intensiv-Forstwirtschaft in dem allergrößten Teil der Wälder führen. Und dabei gilt es auch zu beachten, dass unserer Wälder i.d.R. mehrere Waldfunktionen auf ein und derselben Waldfläche erfüllen, so dass eine Segregation für den größten Teil der Wälder bedeuten würde, dass wirtschaftlichen Aspekten ein deutlicher Vorrang vor den anderen Waldfunktionen eingeräumt wird. Dadurch sind auf dieser Restfläche Beeinträchtigungen der Biodiversität, Erholungsfunktion, Boden-, Klima-, Hochwasserschutzfunktion zu erwarten.

Der Bund Naturschutz plädiert daher deutlich für ein Integrationskonzept. Nur eine naturnahe bzw. naturgemäße Waldwirtschaft auf ganzer Fläche, welche die Belange des Naturschutzes berücksichtigt, gewährleistet den Erhalt der Biodiversität. Ergänzt werden muss dieses Konzept durch ein Mindestmaß an Schutzgebieten, in denen die Nutzung eingestellt wird (Naturwaldreservate, Nationalparke) bzw. der Naturschutz Vorrang hat (Naturschutzgebiete). Als einen guten Kompromiss sehen wir dazu die FSC-Richtlinien an. Eine Aufteilung oder Segregation in "Naturwald" einerseits und intensiv genutzte "Plantagen" andererseits wird vom BN abgelehnt.

Integration versus segregation

...the only way for a sustainable forestry in Germany

Abstract

According to the international guidelines like the Convention of Biodiversity of Rio from 1992 and the Resolution of Helsinki of the Ministerial Conference on Regional Planning concerning the protection of forests (1993), forests have to be managed sustainably, whereas diversity of ecosystems, species and genes have to be preserved. The Helsinki Resolution proclaims/expresses that this has to be guaranteed on local level.

A segregative strategy of protection of nature - on the one hand – leads to new protection areas and - on the other hand - it leads to an intensification of the remaining forest areas. A similar approach is to be seen in the programmes of the so-called „Altholzinseln“ (places where old trees remain). These concepts are out of date, as – with these concepts - biodiver-

sity can't be conserved on local level, as claimed. This „insular thinking“ would finally lead to protect just a few parts of the forests. Consequently an intensive and high mechanized forestry in the most parts of the forests would be the result. But we have to bear in mind that our forests usually have to accomplish more functions in one and the same forest area, by that way a segregation of most parts of the forests would mean, that economic aspects take priority over all other functions of the forests. Thus, interferences in biodiversity, in regeneration as well as in protection of soil, climate and floods will be the consequences.

Therefore Bund Naturschutz is pleading clearly for a concept of integration. Only a nature orientated forestry on total area, which considers the interests of nature protection, guarantees the conservation of biodiversity. This concept has to be completed by a minimum of protected forest reserves, where utilisation has to be stopped (nature forest reserves, national parks) and nature protection has priority. As a good compromise we see the FSC-regulations. The Bund Naturschutz rejects a partition or a segregation in „natural forests“ on the one hand, and – on the other hand - intensively used plantations.

Einführung

Wir stehen angesichts der verschärften ökonomische Rahmenbedingungen vor großen Herausforderungen in der Waldwirtschaft und auch im Waldnaturschutz. Die Politik versucht dem mit radikalen Einsparprogrammen und einer Reduktion der Waldwirtschaft auf den Faktor Holz zu begegnen. Die sog. Kielwassertheorie lebt wieder auf!

Die **Rahmenbedingungen** haben sich durch die Globalisierung verschärft:

- massiver Holzpreisverfall und steigende Kosten
- Billigimporte aus Plantagenforstwirtschaft und Raubbau, subventioniert durch verbilligten Transport: deshalb glaubwürdige Zertifizierung wichtig: FSC
- massive Kürzungen an Personal und Geld im Staatswald, Beispiel Bayern: 1995-2015 ca. 50% des Personal im Staatswald abgebaut
- massive Schäden durch Wild, Immissionen, Stürme: Klimaänderung
- vermehrt Vorschriften für die Waldbewirtschaftung: z.B. durch Natura 2000
- verstärkte Inanspruchnahme durch Erholungsuchende: hier entstehen v.a. in den kommunalen und stadtnahen Staatswäldern Mindererträge und Mehrausgaben
- geringe Besitzgrößen und z.T. geringer Kenntnisstand im Klein-Privatwald (Erbengeneration)

Im Waldnaturschutz haben wir leider immer noch eine Reihe von **Defiziten** zu verzeichnen, die der Forstwirtschaft bzw. auch der Gesellschaft insgesamt zuzurechnen sind. Die wichtigsten forstlichen Defizite sind:

- fehlende Naturnähe der Wälder hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung: viele naturferne Nadelwälder
- völliger Ausfall bestimmter Entwicklungsphasen: zu junge Wälder, nur 2,3 % der Wälder sind über 160 Jahre
- Änderung der ursprünglich natürlichen Standortvielfalt durch Entwässerung, Stickstoffeinträge etc.
- Flächenverluste bestimmter Waldgesellschaften, v.a. Auwälder
- massive Schäden durch Wildverbiss und Schälen, dadurch Schäden in Millionenhöhe.

Aus unserer Sicht arbeitet die Forstwirtschaft deshalb im umfassenden Sinne nicht nachhaltig. Weitere negative gesellschaftliche Einflüsse sind die Faktoren Zerschneidung und Immissionen.

Bayerns Wälder: wenig naturnah

Als erstes die fehlende Naturnähe der Wälder hinsichtlich ihrer Baumartenzusammensetzung - hier dargestellt am Beispiel Bayern. Die Ergebnisse der Bundeswaldinventur (BWI II) zeigen, dass es hier gewisse Verbesserungen wie die Zunahme der Laub-

bäume und der Holzvorräte gibt, aber zu wirklich naturnah zusammengesetzten Wäldern ist noch ein weiter Weg zu gehen!

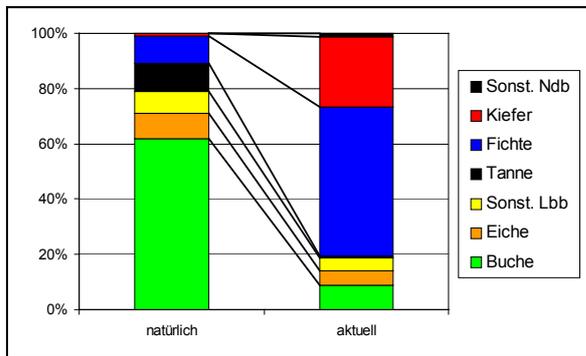


Abb. 1: Natürliche und aktuelle Verteilung der Baumarten in Bayern
 Fig. 1: Natural and current distribution of tree species in bavarian forests

Für Deutschland verhält es sich ähnlich: natürliche Buchenwälder wären auf 74 % der Fläche zu finden. Aktuell nimmt die Buche aber nur knapp 15 % der Fläche ein.

Arten alter Wälder sind stark gefährdet

	Totholzkäfer	Fledermaus
Arten gesamt	1343	22
Arten Wald	1343	20
Arten gefährdet	70 %	100 %

Das 2. Beispiel zeigt, dass die Bewohner alter Wälder - hier stellvertretend die Totholzkäfer und die Fledermäuse immer stark gefährdet sind. Dies liegt daran, dass Deutschland trotz gewisser Forstschritte (laut BWI II) ein Defizit an alten Wäldern, alten Bäumen hat.

Wie begegnete nun der Naturschutz diesen Defiziten? Was waren die Konzepte, Leitbilder?

Leitbild Segregation

Angesichts der anwachsenden Roten-Listen und der Zerstörung von Biotopen war es eine fast zwingende Schlussfolgerung, die „wenigen“ verbliebenen naturnahen bzw. natürlichen Flächen zu schützen und die herkömmliche Nutzung einzuschränken. Das Leitbild der „Segregation“ sucht einen Kompromiss in einer klaren räumlichen Trennung zwischen Naturschutzflächen und intensiv genutzter Produktionsfläche

Beispiel Schutzgebiete

Wir haben verschiedene Schutzkategorien von streng geschützten Nationalparks bis hin zum Landschaftsschutzgebiet, das für die Landnutzer kaum Auflagen mit sich bringt (vgl. Abb. 2).

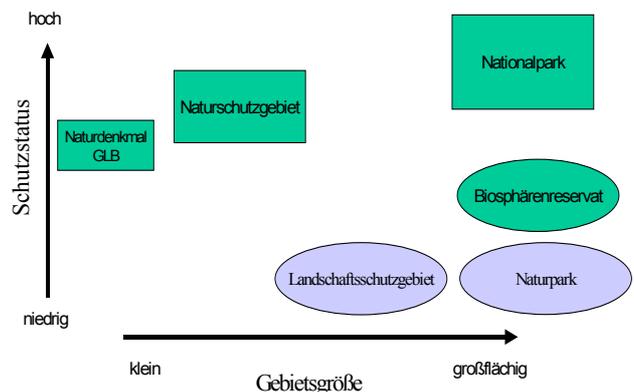


Abb. 2: Schutzstatus von Schutzgebieten
 Fig. 2: Status of protection of refuge

Naturwaldreservate

als „Urwald von morgen“ mit den Aufgaben: Forschung, Prozessschutz und Naturerlebnis. In Bayern gibt es mehr als 150 Naturwaldreservate mit einer Gesamtfläche von über 6.000 ha. Hier findet waldökologische Forschung in den Bereichen Waldkunde, Standort, Vegetationskunde, Faunistik statt.

Insgesamt sind die Naturwaldreservate aber vielfach zu klein, die Störungen sind zu groß, z.T. werden Waldschutzmaßnahmen durchgeführt.



Beispiel: NWR Schloßhänge, Bayern

Altholzinselprogramm Hessen

Ende der 70er Jahre wurde im hessischen Staats- und Kommunalwald das Altholzinselprogramm eingerichtet, weil die Altholzbewohner durch großflächige Räumungen alter Buchenwälder gefährdet waren. Die Kriterien waren: aufgelichtete Buchenwälder, Alter > 140 Jahre, Größe: 0,5 - 3 ha, Spechtbäume und Nutzungsverzicht.

Fazit Segregation

- Segregation verhindert nicht Artenrückgang
- Segregationskonzepte können Wohlfahrtsfunktionen (Boden-, Biotop-, Arten-, Hochwasser- und Klimaschutzfunktion, Erholungsfunktion) des Waldes nicht gewährleisten
- Segregationskonzepte widersprechen internationalen Vorgaben

Internationale Vorgaben

Die drei Säulen der Konvention zur Erhaltung der biologischen Vielfalt (CDB, Rio 1992) beinhalten

1. Erhaltung und Schutz der biologischen Vielfalt
2. gerechte Aufteilung der Vorteile, die sich aus der Nutzung dieser natürlichen Ressourcen ergeben
3. Nachhaltige Nutzung von Tier- und Pflanzenarten sowie deren Lebensräumen

Biologische Vielfalt bedeutet die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb

der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme (CBD, Artikel 2).

- genetische Ebene: Die Vielfalt innerhalb der Arten, also ihre genetische Varianz
- organismische Ebene: Die Vielfalt an Arten
- ökosystemare Ebene: Die Vielfalt an Lebensgemeinschaften von Arten und ihre Wechselbeziehungen

Ministerkonferenz über den Schutz der Wälder in Helsinki 1993

Nachhaltige Bewirtschaftung ist definiert als Betreuung und Nutzung von Wäldern auf eine Weise und in einem Ausmaß, dass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität erhalten sowie deren Potential, jetzt und in der Zukunft die entsprechenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Funktionen auf **lokaler**, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, ohne anderen Ökosystemen Schaden zuzufügen.

Eine umfassende nachhaltige Nutzung muss die Erfüllung der ökologischen und sozialen Funktionen auch auf lokaler Ebene gewährleisten.

Leitbild Integration

Das Leitbild der **Integration** bedeutet "Naturschutz und Nutzung auf einer Fläche", also eine nachhaltige Wirtschaftsweise auf ganzer Fläche mit Integration spezieller Naturschutzziele und Totalreservate. Dies heißt Schutz von Höhlenbäumen, Waldumbau und dadurch sauberes Trinkwasser, schonende Holzernte, Beratung der privaten Waldbesitzer, ruhige Erholung im Wald für die Familie.

Leitbild Integration: Ziele der ANW

- Die Grundidee naturgemäßer Waldwirtschaft ist die ganzheitliche Betrachtung des Waldes als dauerhaftes, vielgestaltiges, dynamisches Ökosystem.
- Durch die Nutzung der im Waldökosystem ablaufenden natürlichen Prozesse wird eine Optimierung der Waldwirtschaft angestrebt.

- Ökonomische Ziele stehen im Vordergrund. Nur bei Beachtung der ökologischen Erfordernisse werden diese nachhaltig erreicht.
- Ziel ist ein Erhalt oder die Wiederherstellung von Dauerwäldern - nur ein Dauerwald erfüllt nachhaltig alle Funktionen des Waldes gleichzeitig.

Dauerwald ist ein ungleichaltriger, gemischter, mit möglichst hochwertigen Vorräten bestockter, vertikal strukturierter, ökologisch wertvoller Wald, in dem die Selbststeuerungsprozesse der Natur genutzt und erhalten werden.

Konzepte zur Sicherung und Verbesserung der Biodiversität

Vom	zum
Altersklassenwald	naturgemäßen Wald
Jungen Wald	starkholzreichen Dauerwald
Sauberen Wald	wilden Wald
Segregationskonzept	Integrationskonzept

Bayerisches Waldgesetz von 2005

Art. 18, Absatz 1, Satz 1:

Der Staatswald dient dem allgemeinen Wohl in besonderem Maß und ist daher vorbildlich zu bewirtschaften.

Dem Staatswald kommt bei der Erfüllung der Gemeinwohlfunktionen eine besondere Aufgabe zu. Er ist hinsichtlich dieser Waldfunktionen vorbildlich zu bewirtschaften. Die Waldnutzung ist unserer Ansicht nach gegenüber der Hochwasserschutz-, Bodenschutz-, Naturschutz- und Klimaschutz- sowie Erholungsfunktion nachrangig, weil diese Waldfunktionen für die Bevölkerung zur Daseinsvorsorge unerlässlich sind.

Wert der Waldleistungen in der Schweiz

Die Hauptbedeutung der Wälder, ihr gesamtwirtschaftlicher Wert liegt weniger in der Holznutzung, die wir vom BN für wichtig halten.

Waldfunktion	Schweiz	
	Leistung/Jahr [in Mia SFr]	Leistung [in %]
Schutzwald	3.9 – 4,9	43,3 – 54,4
Wald als Lebensraum, Artenvielfalt	2,8	31,1
Erholungswert	1,6 - 2	17,7 – 22,2
Verkaufswert des Holzes	0,45	5
Fleischwert des Wildes	0,01	0,1
Gesamt	~ 9	~ 100

Eine Inwertsetzung der Waldleistungen für die Schweiz ergab, dass der Verkaufswert des Holzes nur 5 % der Waldleistungen ausmacht, für Hessen ergab eine Schätzung ca. 16 %. Die z.Z. ablaufenden Forst Reformen berücksichtigen dies aber nicht.

Wertschätzungen verschiedener Waldleistungen

Die Wertschätzung - hier eine Untersuchung aus Thüringen - der Bevölkerung zeigt ein ähnliches Bild. An oberster Stelle der Wertschätzungsskala der Waldleistungen stehen Tiere und Pflanzen, Klima, Wasser. Holzherzeugung und Jagen/Fischen stehen dagegen am unteren Ende.

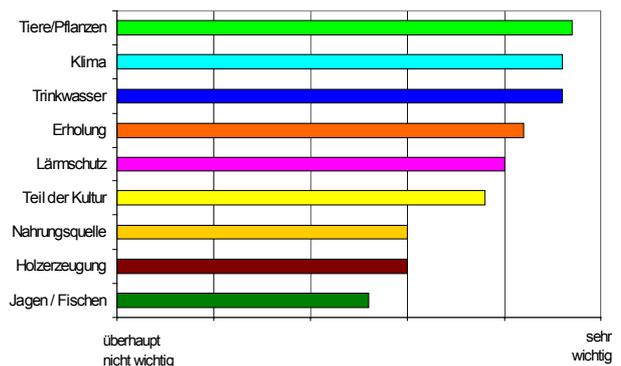


Abb. 3: Wertschätzungen der Bevölkerung von Waldleistungen

Fig. 3: Appreciation by the people of forest products

Quelle: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt 1999: Unser Wald schreibt schwarze Zahlen

Vorrang für Schutz und Erholung im öffentlichen Wald

Wir brauchen den Grundsatz Vorrang für die Schutz- und Erholungsfunktionen im öffentlichen Wald. Wir wollen Mischwälder mit ihren vielfältigen Vorteilen für einen hohen Erholungswert, sauberes Trinkwasser und für Spechte und Hirschkäfer.

Die Wälder in Bayern erfüllen vielfältige Waldfunktionen; 3/4 haben eine besondere Bedeutung für eine oder mehrere Waldfunktionen. Sie haben aber auch eine zentrale Bedeutung für unsere Ressourcen. Denn gerade diese Regionen sind entscheidend für unser Trinkwasser. Die Wälder sichern damit bayerische Lebensqualität.

Wälder sichern also unsere Lebensgrundlagen. Sauberes Trinkwasser braucht naturnahen Wald und damit naturnahen Waldbau. Ein Drittel unserer Wälder hat wasserwirtschaftliche Vorrangfunktion, d. h. eine zunehmende Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. Wir wissen aus naturfernen Wäldern kommt letztendlich kein sauberes Wasser. So weist Trinkwasser aus Mischwäldern im Vergleich zu dem aus Fichten-Monokulturen etwa nur die Hälfte an dem Problemstoff Nitrat auf.

Wir haben in Deutschland und vor allem in Süddeutschland eine zentrale Verantwortung, die Arten der Buchen- und Laubmischwälder zu erhalten. Wir brauchen deshalb den Vorrang für die Artenvielfalt in unseren Wäldern.

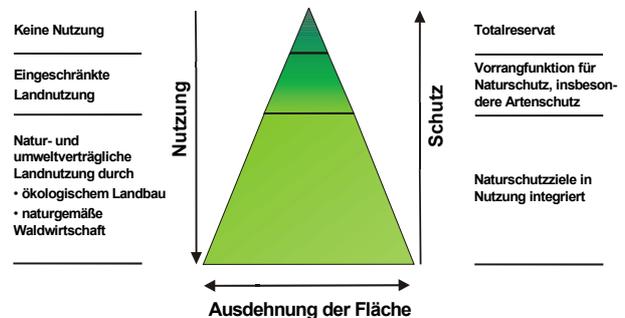
Das Vorkommen von alten Bäumen, Höhlenbäumen und Totholz bestimmt entscheidend die Artenvielfalt im Wald. Viele und zumeist bedrohte Tier- und Pflanzenarten sind zwingend auf derartige Strukturen angewiesen. Wir brauchen den Schutz von alten Bäumen und Höhlenbäumen, das heißt, der Förster im öffentlichen Wald muss in Zukunft zwei Arten von Blick haben. Einen Blick für das Wertholz, den anderen Blick für das Biotopholz.

Naturschutz und Landnutzung

1. Kategorie: Ohne Nutzung, Totalschutzgebiete; Ziel 5-10 %
2. Kategorie mit sich überlagernden Schutz- und Nutzfunktionen: Schutzge-

biete, Pufferzone, Vernetzung, Boden- und Wasserschutzgebiete, extensive Landnutzung; Ziel: 25 - 30 %

3. Kategorie: hier hat Nutzfunktion in Form ökologischer Landwirtschaft und naturgemäßer Forstwirtschaft Vorrang; Ziel: 60 -70 %



Quelle: Weiger 1997 (verändert)

Abb. 4: Naturschutz und Landnutzung

Fig. 4: Nature protection and use of land

Waldnaturschutzkonzept

Unser Waldnaturschutzkonzept basiert auf zwei Säulen:

1. Säule mit naturgemäßer Waldwirtschaft hat wesentlich mehr Gewicht. Unser Ziel ist es, dass dies auf möglichst ganzer Fläche verwirklicht wird.



Abb. 5: Naturgemäße Waldwirtschaft und Schutzgebiete
Fig. 5: Natural forest economy and area of protection

Die 2. Säule Schutzgebiete hat flächenmäßig weniger Gewicht, ist aber unerlässlich, weil bestimmte Aufgaben, Waldfunktionen oder spezielle Lebensräume einen Vorrang des Naturschutzes vor der Ökonomie verlangen.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Hubert Weiger,
Bund Naturschutz in Bayern e.V.
Bauernfeindstr. 23, 90471 Nürnberg

Wertschöpfung, Wirtschaftlichkeit und nachhaltiger Erfolg – Welche Bezüge gibt es zur Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung?

Bernhard Möhring

Zusammenfassung

Die Forstgenetik befasst sich mit der Weitergabe der zentralen Codes zur Steuerung biologischer Prozesse im Wald. Wirtschaften ist das planmäßige Verfügen über knappe Mittel zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse. Forstpflanzenzüchtung kombiniert beides, sie nimmt Einfluss auf den Genotyp von Individuen und/oder Populationen von Waldbäumen, um menschliche Ziele zu erreichen, wobei die Ziele dem Gemeinwohl oder auch der Erwerbswirtschaft dienen können.

Doch wie steht es um den erwerbswirtschaftlichen Erfolg der Forstwirtschaft? Anhand von Daten aus einem Privatwald-Betriebsvergleich aus Westfalen-Lippe werden wichtige betriebswirtschaftliche Entwicklungen vorgestellt. Es wird deutlich, dass die Wertschöpfung aus der Waldbewirtschaftung in den letzten drei Jahrzehnten dramatisch abgenommen hat, dass sich trotz einer deutlichen Reduktion des Personaleinsatzes aber auch der waldbaulichen Intensität die Wirtschaftlichkeit laufend verschlechtert hat und dass ein nachhaltiger erwerbswirtschaftlicher Erfolg oft kaum noch gegeben ist. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, dass die Ergebnisse der Fichtenbetriebe, trotz ungünstigerer standörtlicher Voraussetzungen und eingetretener Kalamitäten, langfristig über jenen der Laubholzbetriebe gelegen haben und dass die Kiefernbetriebe schon seit über einem Jahrzehnt laufend mit Verlust abgeschlossen haben.

In Verbindung mit einer standortgerechten Baumartenwahl ist die Forstpflanzenzüchtung ein zentrales Instrument, um die naturale Produktivität und damit den wirtschaftlichen Erfolg der Forstwirtschaft langfristig zu steigern. Die Steigerung der Produktivität der Waldbestände kann dabei in einer Erhöhung der Masse des produzierten Holzes und seiner Qualitätseigenschaften aber auch die Möglichkeiten zur waldbaulichen Extensivierung (z.B. geringere Pflanz- und Pflegeintensität) und zur Minderung der Risikoanfälligkeit gegen biotische und abiotische Gefahren gesehen werden. Die vorgestellten betriebswirtschaftlichen Ergebnisse und Auswertungen von Literaturangaben geben Hinweis auf den Handlungsbedarf und auch auf die jeweiligen Potentiale, wobei die Zusammenhänge vielfach recht unsicher sind, was nicht zuletzt eine Folge der überaus langen forstlichen Produktionszeiträume in Mitteleuropa ist.

About the Interdependencies between Genetics and Breeding of Forest Plants and the Economic Success in Forestry

Abstract

Forest genetics are concerned with the transfer of genetic codes managing the biologic processes in forests. Economic behaviour means the systematic use of scarce resources in order to fulfil human requirements. Breeding forest plants combines both, exerting influence on the genotype of individual trees or populations to reach human objectives. In terms of common welfare exemplary objectives can be the conservation of rare species or the stability of forest ecosystems, or the (sustainable) increment of economic success, if it comes to the operations side.

But what about the economic success in forest enterprises? Important developments will be presented by means of an intercompany comparison of private forest enterprises from the region of Westphalia-Lippe. It occurs, that the returns from forestry decreased dramatically within the last three decades, that profitability declined despite the reduction of personnel and of silvicultural intensity. Economic success can merely be found. In this context it is remarkable that even under a long term observation the revenues from spruce forests are higher than those from beech stands, though spruce is mainly cultivated on poorer sites, whereas companies producing mainly Scots pine closed with a deficit for more than ten years.

Breeding forest plants in combination with choosing site adapted species means a major instrument to increase natural productivity and economic success in a long term view. This can be the augmentation of biomass and wood quality, the reduction of silvicultural intensity or the reduction of biotic and abiotic risks. Results from scientific literature are presented showing both potentials and the call for action, whereupon interdependencies and interactions are often uncertain due to the long production periods of forestry in Central Europe.

Einführung

Wenn ein forstlicher Betriebswirt zu einer Tagung über „Forstliche Genressourcen“ kommt, fühlt er sich wie in einer „terra incognita“. Da das Tagungsthema die forstlichen Genressourcen jedoch mit dem Stichwort „Produktionsfaktor“ verbindet, fühlt er sich schon ein wenig wohler, denn die Produktionstheorie ist zentraler Bestandteil der Betriebswirtschaftslehre.

Produktion im betriebswirtschaftlichen Sinne ist der Kombinationsprozess zur Herstellung von Gütern. Wir bezeichnen die Güter insgesamt als Outputs des Produktionsprozesses. Jeder Produktionsprozess erfordert jedoch auch Inputs, den Einsatz von sog. **Produktionsfaktoren**. Die übliche Definition beschreibt deshalb als Produktionsfaktoren alle materiellen und immateriellen Mittel und Leistungen, die an der Bereitstellung von Gütern mitwirken. Die Gliederung (nach Erich Gutenberg, 1951) unterscheidet:

- **Arbeit** (dispositive Arbeit - Planung, Organisation, Kontrolle u. ä. und objektbezogene Arbeit - Arbeit am Erzeugnis).
- **Betriebsmittel** (Grundstücke, Gebäude, Anlagen, Maschinen, Einrichtungen und Geldmittel) und
- **Werkstoffe** (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe).

Werden vorhandene Güter in neue Güter mit höherem Nutzen transformiert, so spricht man von **Wertschöpfung**, Wertschöpfung ist also der Mehrwert, der aus der betriebli-

chen Produktion entsteht. Im betriebswirtschaftlichen Sinne ist die Wertschöpfung damit der Saldo aus betrieblicher Leistung und Vorleistung. Leistung sind die in Geld bewerteten Outputs. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass nicht in Geld bewertete Leistungen, wie die gesellschaftlichen Leistungen der Forstwirtschaft z.B. für Naturschutz, Wasserspende, Erholung etc. insofern auch nicht in der Wertschöpfung aufscheinen. Vorleistungen sind alle Fremdbezüge (Güter und Dienstleistungen) ohne die Faktoren Arbeit und Kapital. Die Wertschöpfung gilt als das originäre Ziel der produktiven betrieblichen Tätigkeit. Wertschöpfung sollte im Zentrum des Denkens und Handelns jedes Mitarbeiters eines Unternehmens stehen – vom Management (das sich vorrangig mit den grundsätzlichen Strategien befasst) bis hin zum einfachen Arbeiter (der primär operativ tätig ist). Denn nur die erwirtschaftete Wertschöpfung kann an die verschiedenen Anspruchsberechtigten verteilt werden,

- als Arbeitseinkommen (Löhne und Gehälter),
- als Steuern (Einkommen der Gebietskörperschaften) und
- als Kapitaleinkommen (Fremdkapitalzinsen und Gewinn des Eigenkapitalgebers).

Soviel zur Einführung in allgemeine betriebswirtschaftliche Begriffe. Die Einordnung der Forstwirtschaft in dieses Begriffssystem ist gar nicht so einfach. Das fängt be-

reits beim Saat- und Pflanzgut an. Dabei handelt es sich ohne Zweifel um einen Produktionsfaktor, aber das Saatgut wird weder verbraucht (wie Öl in einer Maschine) noch in seinem Bestand erhalten (wie die Maschine selber). Es ist vielmehr typisch für den naturalen Wachstums- und Produktionsprozess, dass die Saat aufgeht und daraus eine Pflanze entsteht, die selbst einen neuen Produktionsfaktor darstellt. Andere natürliche Produktionsfaktoren wie Sonne, Wasser, Nährstoffe sind für diesen Vorgang buchstäblich lebenswichtig (wichtiger als das Wirken des Menschen!).

Ungewöhnlich aus industrieller Sicht ist auch die Tatsache, dass das System Pflanze zur Reproduktion, also zur Arterhaltung, befähigt ist. Bei technischen Systemen findet man diese Fähigkeit bisher nur in der Welt der „Science Fiction“. Ebenfalls ungewöhnlich und für die Forstwirtschaft typisch ist, dass der Produktionsfaktor „Baum“ zum Ende seines Produktionsprozesses selber zum eigentlichen Produkt „Holz“ wird. Für das Baumwachstum und damit die forstbetriebliche Produktbildung sind maßgeblich folgende drei Faktorengruppen verantwortlich:

- genetische Faktoren (Genotyp)
- Umweltfaktoren (Klima, Standort, Konkurrenz anderer Baumarten)
- menschliches Handeln (Bestandspflege, Ästung, Ernte etc.).

Forstpflanzenzüchtung nimmt nun zielgerichtet Einfluß auf die Genotypen von Individuen und/oder Populationen von Waldbäumen. Die Ziele dabei können wie stets sehr vielgestaltig sein. Sie können sowohl auf das Gemeinwohl ausgerichtet sein, wie die Erhaltung seltener Arten oder Rassen, sie können aber auch erwerbswirtschaftlich motiviert sein, wie die Produktion von (aus menschlicher Sicht) nützlicher Holzmasse oder die Erhöhung der Stabilität und Selbstregulation (Minderung des Pflege-Inputs) des forstwirtschaftlichen Systems.

Erwerbswirtschaftlicher Erfolg der Forstwirtschaft

Doch wie steht es um den erwerbswirtschaftlichen Erfolg der Forstwirtschaft? Anhand von Daten aus einem Privatwald-Betriebsvergleich aus Westfalen-Lippe sollen hier einige ausgewählte betriebswirtschaftliche Ergebnisse und Entwicklungen vorgestellt werden. Dieser Betriebsvergleich wird seit 1969 vom Institut für Forstökonomie wissenschaftlich begleitet und liefert damit bundesweit die längste Zeitreihe einzelbetrieblicher Kennziffern aus dem Privatwald (KAUL u. LEEFKEN 2001). An diesem Betriebsvergleich nahmen in den letzten Jahren rund 40 private Forstbetriebe des mittleren und größeren Privatwaldes teil, wobei die mittlere Betriebsgröße bei 1.700 ha lag (das entspricht einer Betriebsfläche von insgesamt ca. 70.000 ha). Zur Stratifikation wurden die teilnehmenden Betriebe entsprechend ihrem Baumartenschwerpunkt einem der drei Beratungsringe Fichte, Laubholz oder Kiefer zugeordnet, wobei praktisch alle teilnehmenden Betriebe jedoch über ein mehr oder minder breites Baumartenspektrum verfügen. Die Beratungsringe decken auch bestimmte räumliche Schwerpunkte ab:

- die Fichtenbetriebe liegen überwiegend im Sauerland,
- die Laubholzbetriebe liegen überwiegend im Weserbergland,
- die Kiefernbetriebe liegen mit räumlichem Schwerpunkt im Münsterland.

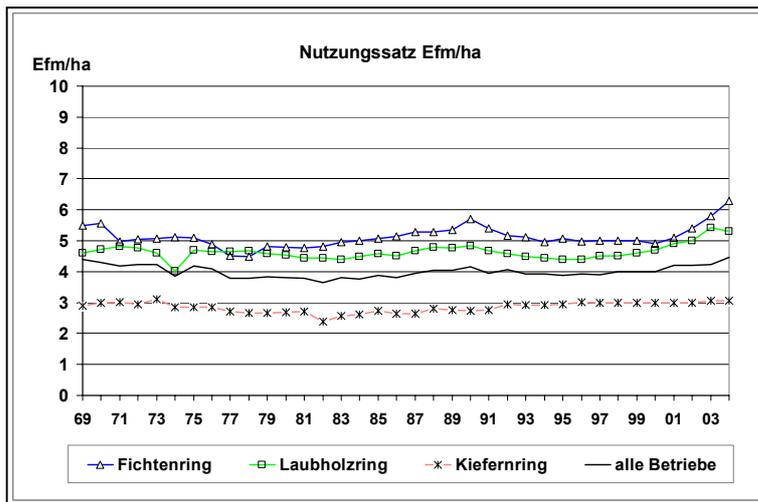


Abb. 1: Entwicklung der Nutzungssätze (steuerlich anerkannter Hiebssätze) in Beratungsringen des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 1: Development of the allowable annual cut (cubic metre solid per hectare) for different consulting units of the intercompany comparison "Westfalen-Lippe" in North Rhine-Westphalia.

Die Abbildung 1 zeigt für die drei Beratungsringe und alle Betriebe insgesamt die (steuerlichen) Nutzungssätze in Erntefestmeter je Hektar. Diese nachhaltige Planungsgröße von i.M. 4 Efm/ha veränderte sich in der Vergangenheit kaum, erst in den letzten 2-3 Jahren haben die Hiebssätze leicht angezogen, dies kann bereits als Ergebnis der höheren Nutzungspotentiale der BWI 2, aber auch als Folge der geringeren Bedeutung von steuerlichen Erwägungen bei der Nutzungsplanung angesehen werden. Die Kiefernbetriebe haben die geringsten, die Laubholzbetriebe mittlere und die Fichtenbetriebe die höchsten Nutzungssätze je Hektar.

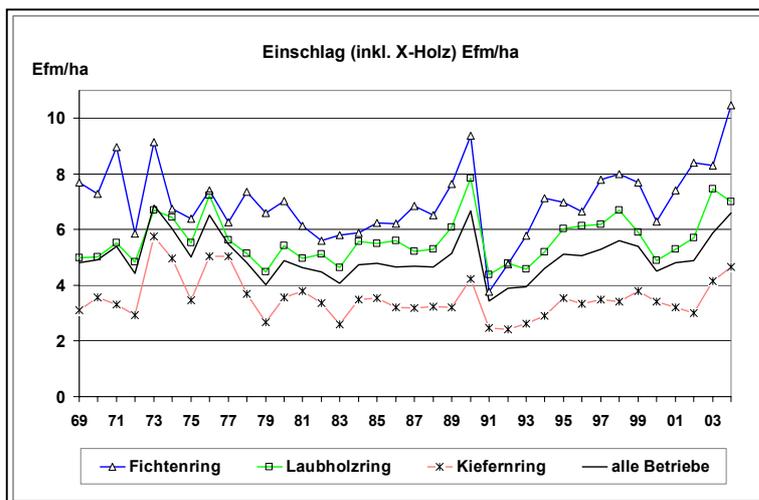


Abb. 2: Entwicklung der Holzeinschläge in den Beratungsringen des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 2: Development of the annual forest cut (cubic metre solid per hectare) for different consulting units of the intercompany comparison "Westfalen-Lippe" in North Rhine-Westphalia.

Die Holzeinschläge (s. Abb. 2) lagen bei i.M. 5 Efm/ha, insbesondere bei Fichte und Laubholz überschritten sie die Hiebssätze deutlich. Sie zeigten auch recht starke jährliche Schwankungen, dafür waren vorrangig Kalamitäten verantwortlich, aber auch Konjunkturreffekte und Liquiditätsbedürfnisse, wie z.B. 2003 und 2004.

Die Abbildung 3 zeigt die NettHolzerlöse je Efm, also die aus dem Holzeinschlag realisierten Deckungsbeiträge nach Abzug der Holzeinschlag- und Rückekosten. Diese Grafik der erntekostenfreien Holzerlöse zeigt die ganze ökonomische Problematik der erwerbswirtschaftlichen Forstwirtschaft. Im Jahr 2004 lagen die erntekostenfreien Holzerlöse der

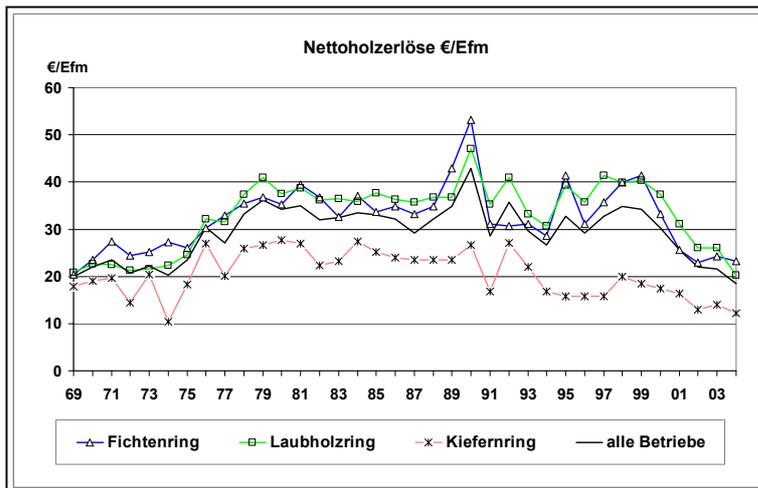


Abb. 3: Entwicklung der Nettoholzerlöse (erntekostenfreien Holzerlöse, Deckungsbreiträge) in €/Efm in den Beratungsringen des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 3: Development of the contribution margin (€ per cubic metre solid) for different consulting units of the intercompany comparison “Westfalen-Lippe” in North Rhine-Westphalia.

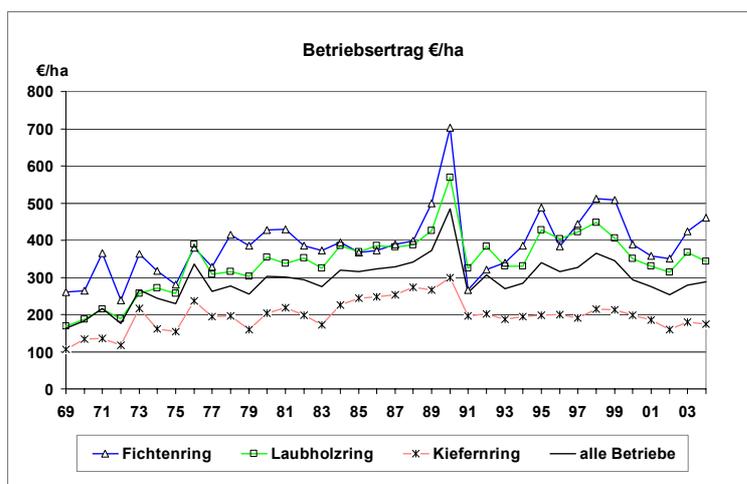


Abb. 4: Entwicklung des Betriebsertrages je Hektar in den Beratungsringen des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 4: Development of the annual revenue (€ per hectare) for different consulting units of the intercompany comparison “Westfalen-Lippe” in North Rhine-Westphalia.

Fichten- und Buchenbetriebe wieder auf dem Niveau von 1969, bei den Kiefernbetrieben wird dieser Wert gar noch deutlich unterschritten. Vom langjährigen Niveau von i.M. rd. 35 Euro/Efm sind die erntekostenfreien Holzerlöse in den letzten Jahren um über 40% auf zuletzt unter 20 Euro/Efm gefallen. Zu beachten ist hier zusätzlich, dass sich innerhalb dieses Zeitraumes inflationsbedingt die Wertverhältnisse massiv verschoben haben. Ganz grob kann man sagen, dass sich aufgrund der Inflation innerhalb dieses Zeitraumes der reale Wert auf rund ein Drittel des Ausgangswertes reduziert hat. Die vermeintlich konstanten Werte machen demnach nur noch ein Drittel der vormaligen Kaufkraft aus.

Bei den in Abbildung 4 aufgetragenen Betriebserträgen, die nicht auf die Hiebssätze bereinigt wurden und in die auch die sonstigen Erträge aus Nebennutzungen, Jagd, Mieten und Pachten etc. eingeflossen sind, übertrafen die Fichtenbetriebe in 30 von 34 Jahren die Laubholzbetriebe. Die Kiefernbetriebe weisen deutlich geringere Betriebserträge auf, wobei über 50% davon bereits aus Geschäftsfeldern jenseits der eigentlichen Holzproduktion entstammen. Holzproduktion ist in dieser Betriebsgruppe bereits vielfach nur noch ein nachrangiges Geschäftsfeld.

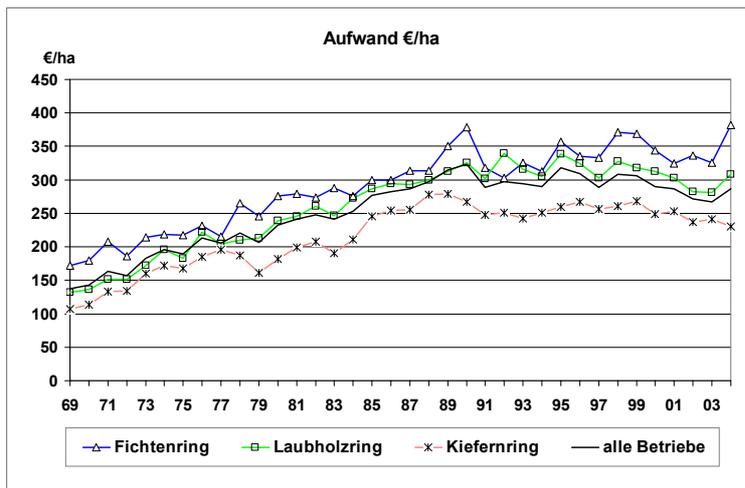


Abb. 5: Entwicklung des betrieblichen Aufwandes je Hektar in den Beratungsrings des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 5: Development of annual expense (€ per hectare) for different consulting units of the intercompany comparison "Westfalen-Lippe" in North Rhine-Westphalia.

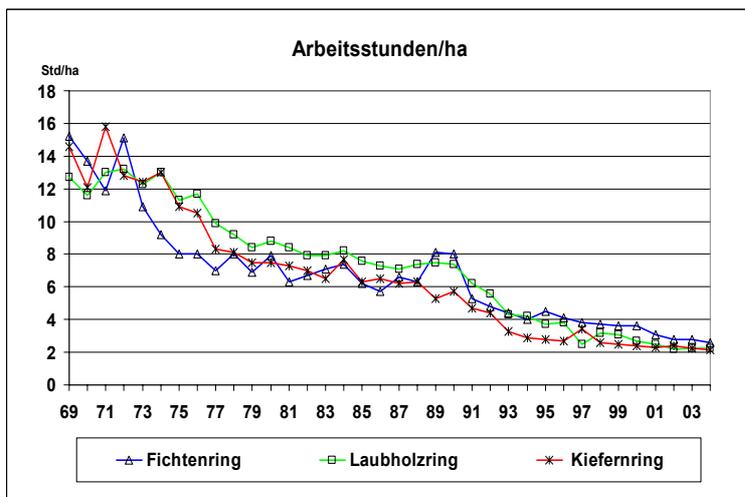


Abb. 6: Entwicklung der Arbeitsstunden durch eigene Waldarbeiter je ha in den Beratungsrings des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 6: Development of performed working time by own forest workers (hours per hectare) for different consulting units of the intercompany comparison "Westfalen-Lippe" in North Rhine-Westphalia.

Wie Abbildung 5 zeigt, ist bis Anfang der 90er Jahre der betriebliche Aufwand laufend gestiegen, seither verharrt er auf annähernd unverändertem Niveau. Es hat erheblicher Anstrengungen bedurft, dies zu erreichen.

Eine zentrale Maßnahme dabei war der Personalabbau. So war der gesamte 36-jährige Betrachtungszeitraum geprägt durch den laufenden Abbau der Waldarbeiterstunden. Abbildung 6 zeigt, dass sich deren Zahl von anfänglich 12 bis 16 auf rund 2 je Hektar vermindert hat, mithin hat sich diese Anzahl auf weniger als 20% des Ausgangswertes reduziert.

Technische Innovationen im Bereich der Waldarbeit (Einmann-Motorsäge, Harvester), Verlagerungen der Betriebsarbeiten auf Unternehmer oder Selbstwerber, aber auch waldbauliche Extensivierungen (Minderungen der waldbaulichen Intensität) sind hierfür verantwortlich.

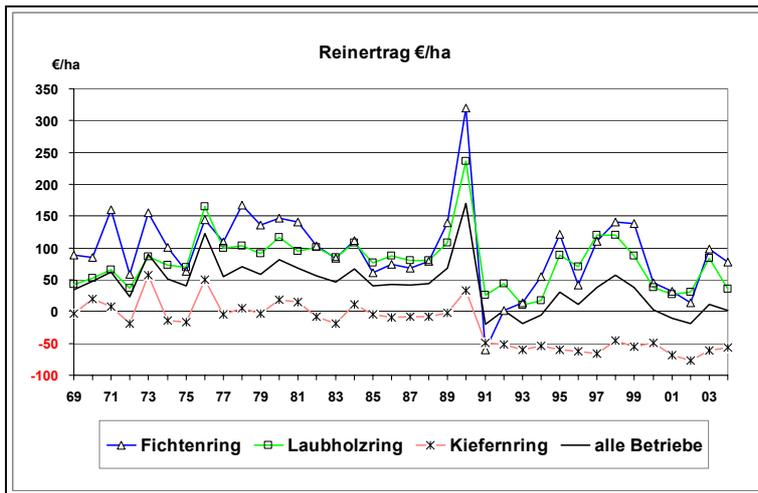


Abb. 7: Entwicklung der (nicht auf den Hiebssatz bereinigten) Reinerträge je ha in den Beratungsringen des Betriebsvergleiches Westfalen-Lippe.

Fig. 7: Development of the net revenue (€ per hectare) for different consulting units of the intercompany comparison "Westfalen-Lippe" in North Rhine-Westphalia.

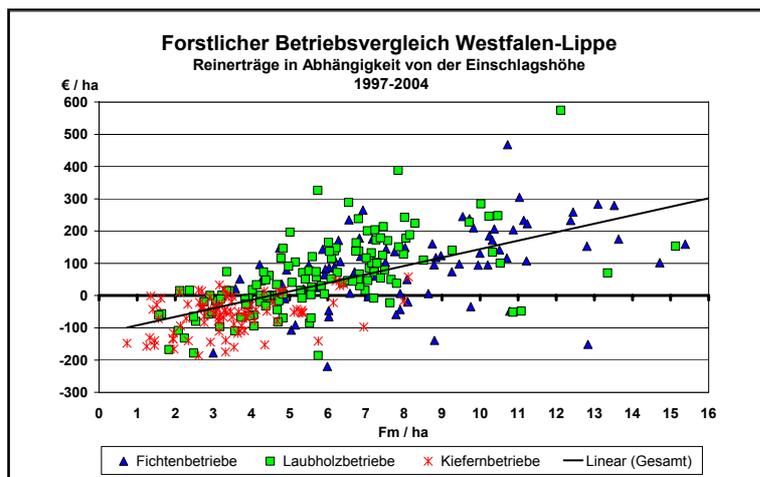


Abb. 8: Zusammenhang zwischen Einschlag (in Efm/ha) und Reinertrag der Einzelbetriebe im Zeitraum 1997-2004.

Fig. 8: Coherence between the annual forest cut (cubic metre solid per hectare) and net revenue (€ per hectare) for the period from 1997 to 2004.

Der Reinertrag als Saldo zwischen Ertrag und Aufwand zeigt in Abbildung 7 für das Jahr 2004 im Mittel aller Betriebe einen Wert nahe Null. Buchenbetriebe liegen bei 40, Fichtenbetriebe bei 80 EUR/ha. Diese vergleichsweise mäßigen Ergebnisse wurden erzielt trotz des deutlichen Anstieges beim Holzeinschlag. Die Kiefernbetriebe befinden sich seit mehr als einem Jahrzehnt auf deutlich negativem Reinertragsniveau. Fördermittel können dieses Bild kaum verändern, sie machen für diese Betriebe im Schnitt nur einen Betrag von gut 10 €/ha aus und waren in den letzten Jahren zudem deutlich rückläufig. In diesem Zusammenhang ist auf die extreme Ungleichbehandlung gegenüber der Landwirtschaft hinzuweisen, der jährlich über 300 Euro je ha landw. Nutzfläche an Einkommen aus öffentlichen Mitteln zufließen.

Abschließend sollen aus diesem Datensatz noch drei Grundzusammenhänge anhand von Streudiagrammen dargestellt werden:

1. In Abbildung 8 sind für den Zeitraum 1997 bis 2004 über dem jeweiligen Holzeinschlag die betrieblichen Reinerträge aufgetragen. Es wird offensichtlich, dass, trotz der Bemühungen um den Ausbau der sonstigen Erträge, der Holzeinschlag weiterhin die zentrale Basis für den wirtschaftlichen

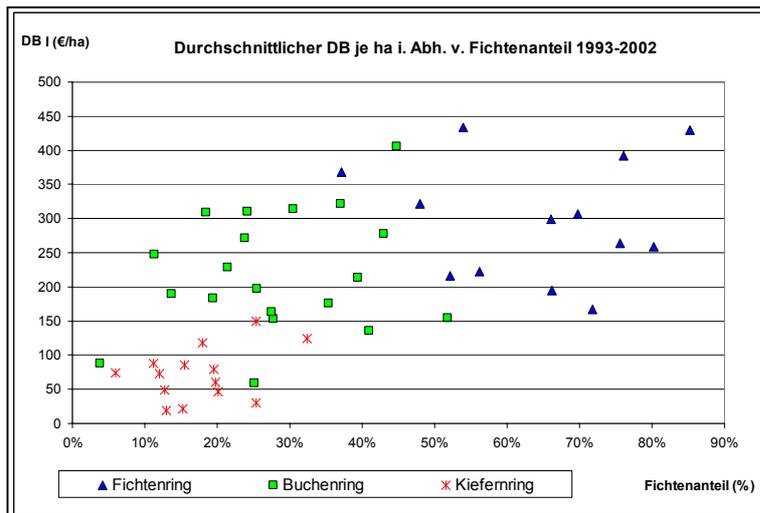


Abb. 9: Zusammenhang zwischen dem Fichtenanteil und dem mittleren Deckungsbeitrag aus der Holzernte in Euro/ha im Zeitraum 1993-2002.

Fig. 9: Coherence between the percentage of Norway Spruce and the mean contribution margin (€ per hectare) for the period from 1993 to 2002.

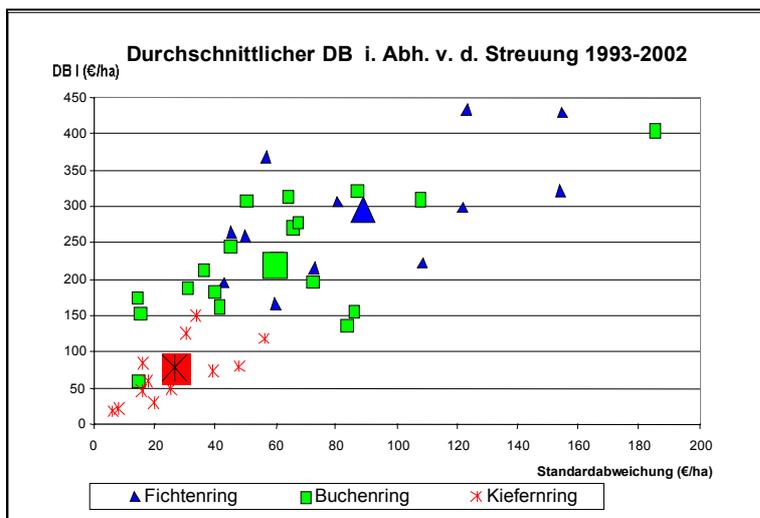


Abb. 10: Zusammenhang zwischen Risiko (dargestellt als Standardabweichung des Deckungsbeitrags im Zeitraum 1993-2002) und Rendite (dargestellt als durchschnittlicher Deckungsbeitrag aus der Holzernte in Euro/ha im Zeitraum 1993-2002).

Fig. 10: Coherence between risk (shown as the standard deviation of contribution margin) and the annual rate of return (shown as mean contribution margin)

Erfolg der Betriebe ist. Im Schnitt benötigten die Betriebe rund 5 Efm/ha Einschlag, um über die Runden zu kommen. Auch in der Fortwirtschaft gilt: die Masse macht's!

2. Abbildung 9 zeigt, dass die Fichte maßgeblich zum wirtschaftlichen Erfolg des letzten Jahrzehnts (1993-2002) beigetragen hat. Trägt man die Mittelwerte der erntekostenfreien Holzerlöse je Hektar Holzbodenfläche für die Einzelbetriebe über dem Fichtenanteil auf, so zeigt sich, wenn auch mit großer Streuung, dass mit zunehmendem Fichtenanteil der Deckungsbeitrag aus der Holzernte je ha (DB/ha) steigt (oder umgekehrt fällt). Ein hoher Fichtenanteil war also betriebswirtschaftlich vorteilhaft, und das trotz der ungewöhnlich guten Buchen-Konjunktur, von der heute noch viele Praktiker träumen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Fichtenbetriebe vorrangig in den höheren Lagen des Sauerlandes liegen und damit unter ungünstigeren Boden- und Klimabedingungen wirtschaften als die Buchenbetriebe, die vorrangig auf den besser versorgten Standorten des Weserberglandes vorzufinden sind. Auch zeigt die Abbildung 9 erneut, wie extrem gering die Deckungsbeiträge der Kiefernbetriebe aus der Holzproduktion sind.

3. Es gilt als typischer Nachteil der Fichtenbetriebe, dass die Holzerträge größeren Schwankungen unterliegen. In diesem Sinne zeigt die Abbildung 10 für die Fichtenbetriebe auch besonders große Streuungen der jährlichen Deckungsbeiträge in EUR/ha (hier berechnet als Standardabweichung der erntekostenfreien Holzerlöse in EUR/ha im Zeitraum 1993 bis 2002).

Gleichwohl haben die Fichtenbetriebe im letzten Jahrzehnt im Mittel insgesamt die höchsten mittleren Deckungsbeiträge je Hektar und Jahr erzielt. Eine Risikominderung durch die Minderung des Fichtenanteils ist demnach tendenziell mit einer Minderung der Deckungsbeiträge je ha verbunden. Hier zeigt sich der klassische ökonomische Zusammenhang zwischen Rendite und Risiko. Geringeres Risiko ist regelmäßig verbunden mit geringerer Rendite.

Wirtschaftliche Perspektiven durch die Forstpflanzenzüchtung

Hält man an dem traditionellen forstwirtschaftlichen Konzept fest, dass die nachhaltige Forstwirtschaft auch nachhaltig wirtschaftlich erfolgreich sein muss, so ergeben sich aus den vorgestellten betriebswirtschaftlichen Ergebnissen einige wichtige Botschaften:

1. Da ein erwerbswirtschaftlicher Erfolg bei der Baumart Kiefer vielfach bereits langfristig nicht mehr gegeben ist, besteht hier ein besonderer Bedarf zum Umbau dieser ertragsarmen Bestockung (vorrangig in Douglasie) oder einer weiteren Extensivierung bis hin zur Betriebsaufgabe.
2. Buchenbestände sollten mit ertragsstärkeren Baumarten angereichert werden. Dabei kommen neben der Fichte insbesondere Douglasie, Lärche und ggf. auch Küstentanne in Betracht. Aber auch an Laubholz ist zu denken, aus Sicht der Forstpflanzenzüchtung spielt hier wohl die Kirsche eine zentrale Rolle.

3. Die Erhöhung der Stabilität ist für die Fichtenwirtschaft von zentraler Bedeutung. In diesem Zusammenhang kann auch die Verkürzung der Umtriebszeiten vorteilhaft sein, da viele Risiken in Abhängigkeit vom Alter der Bestände ansteigen.

Welche Perspektiven eröffnet in diesem Zusammenhang nun die Forstpflanzenzüchtung? Bei der Züchtung von Forstpflanzen spielt, anders als bei der Züchtung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen, die Gentechnologie im engeren Sinne bisher wohl noch keine Rolle. „Transgene“ bzw. „gentechnisch veränderte“ Pappeln gibt es zwar in den Forschungslaboren, ein Einsatz dieser Bäume in der Forstwirtschaft gilt aber als weder sinnvoll, noch in nächster Zeit zu erwarten (KONNERT 2005).

Basis praktischer Forstpflanzenzüchtung ist vielmehr die traditionelle Selektion, also die gerichtete Auswahl von für die Vermehrung besonders geeigneten Individuen oder Beständen. Das setzt allerdings voraus, dass in bestimmten Fällen genetisch fixierte positive Merkmale gehäuft auftreten, wohingegen in anderen Fällen das Gegenteil gegeben ist. Eine jüngst erschienene Veröffentlichung von RAU (2005) zeigt dies beispielhaft für den internationalen Douglasien-Provenienzversuch in Hessen im Alter von 27 Jahren. Die Ergebnisse stammen zwar von Versuchen mit Originalherkünften aus USA und Kanada, so dass sie insofern eine besonders große Variation bei den verschiedenen Merkmalen zeigen. So differiert die Volumenleistung zwischen den am wenigsten wüchsigen Herkünften (Nord-Ost Britisch Kolumbien) und den führenden Herkünften (Olympic Halbinsel) um den Faktor 3 (120 zu 366 Vfm/ha).

Wie Abbildung 11 zeigt, konnte unter Berücksichtigung der Ränge bei den unterschiedlichen Merkmalen (wie BHD, Höhe, Volumen, Anteil gerader Bäume, geringer Anteil besonders schlecht geformter Bäume, Anteil feinästiger Bäume, Anteil besonders grobästiger Bäume) eine eindeutige Gesamt-Rangordnung hergestellt werden. Doch wie groß ist der Einfluß der Herkünfte auf den

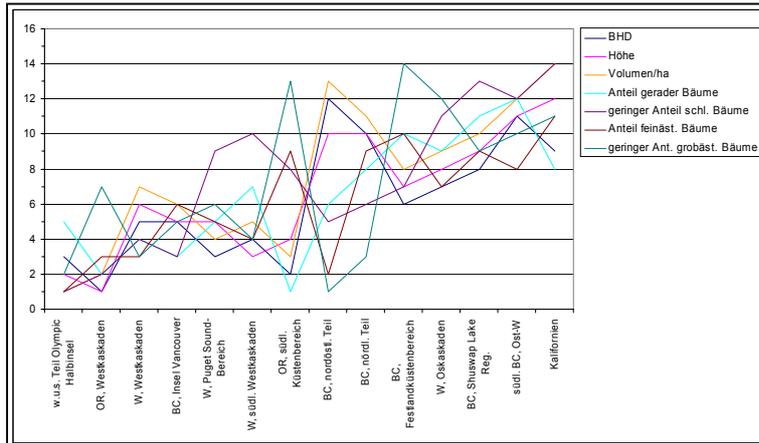


Abb. 11: Rangplätze verschiedener Herkünfte bei unterschiedlichen Merkmalen im internationalen Douglasien-Provenienzversuch in Hessen (Quelle: RAU 2005).

Fig. 11: Ranking of different traits between various provenances on the occasion of an international provenance experiment with Douglas fir in Hesse (source: RAU 2005).

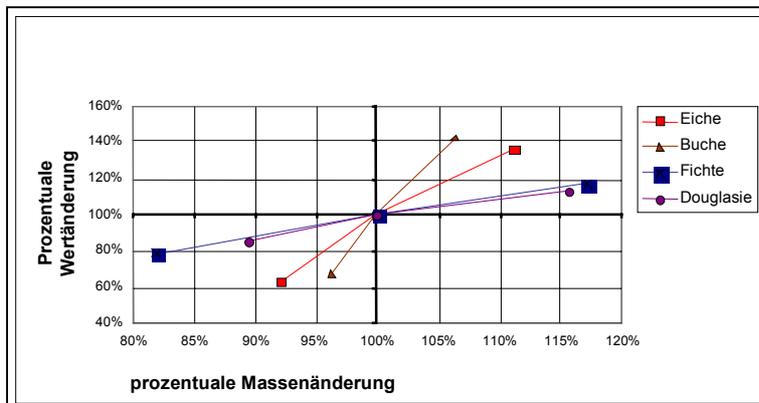


Abb. 12: Relative Massen- und Wertleistung besserer und schlechterer Herkünfte gegenüber dem Mittelwert aus Herkunftsversuchen von verschiedenen Baumarten (KLEINSCHMIT 2002).

Fig. 12: Comparison of relative yield of volume and value between both better and worse provenances and the average from provenance experiments with various tree species (KLEINSCHMIT 2002).

betriebswirtschaftlichen Erfolg? Neuere Literatur dazu ist leider eher spärlich vorhanden, Ausnahmen bilden die Beiträge von GEBUREK 2002 und KLEINSCHMIT 2002. An dieser Stelle soll auf die Veröffentlichung von KLEINSCHMIT 2002 zurückgegriffen werden.

Er hat auf der Basis von Herkunftsversuchen verschiedene betriebswirtschaftliche Szenarien kalkuliert. Seine Berechnungen bauten auf folgenden vier Herkunftsversuchen auf:

- Rotbuche (Krahl-Urban, Bramwald, Aussaat 1959, Alter 33)
- Stieleiche (Krahl-Urban, Bramwald, Aussaat 1950, Alter 47)
- Douglasie (Kattenbühl, Aussaat 1978, Alter 17)
- Fichte (Hasbruch, Aussaat 1962, Alter 24)

Er führte getrennte Auswertungen für den Versuchsmittelwert und für die 25% besten und die 25% schlechtesten Herkünfte durch. Auf der Basis der für die verschiedenen Straten ermittelten Unterschiede in der Höhenentwicklung wurden Leistungsklassendifferenzen geschätzt. Aber nicht nur Höhen-, Durchmesser- und damit der Massenzuwachs, sondern auch die Form der Bäume wird maßgeblich durch Erbanlagen determiniert. Das ist insbesondere für das Laubholz wichtig, weil dort eine sehr viel stärkere Wertdifferenzierung gegeben ist, als beim Nadelholz.

Abbildung 12 zeigt neben der relativen Änderung der Massenleistung auch die von

KLEINSCHMIT kalkulierte Differenz der Wertleistung für die besseren und schlechteren Herkünfte der verschiedenen Baumarten. Hier wird die Unterschiedlichkeit von Nadel- und Laubholz sehr deutlich. Ersteres reagiert sehr deutlich in Bezug auf die Massenleistung, letzteres reagiert sehr viel stärker in Bezug auf die Form und damit die Wertleistung. Insgesamt werden in der Darstellung beachtliche Leistungsunterschiede offenkundig. Die besseren Herkünfte zeigen um 40 - 50% höhere Wertleistungen (Produkt aus Massen und Wertdifferenzen) als der Mittelwert, die schlechteren Herkünfte zeigen um 30-40% geringere Wertleistungen als der Mittelwert.

Das klingt ungemein hoffnungsfroh für die Forstwirtschaft, denn welcher sonstige betriebliche Leistungsbereich kann von sich behaupten, die Wertleistung um diese Dimension steigern zu können?

Das betriebswirtschaftliche Problem besteht jedoch darin, dass aktuell (unter Mehraufwand) dafür neue Bestände begründet werden müssen und dass der Lohn dafür erst sehr viel später, also bei der Ernte des Holzes, zurückfließt.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht handelt es sich dabei um ein typisches Investitionsproblem. Im Prinzip muss sich der Betriebsleiter die Frage beantworten, wie viel Mehraufwand aktuell in Anbetracht des erwarteten Mehrertrages der Zukunft betrieben werden darf. Es geht dabei um das angemessene Verhältnis von zusätzlichem aktuellem Input (in die Bestandesbegründung) und zusätzlichem zukünftigen Output (aus der Holzernte).

Dieses Entscheidungsproblem soll mit Hilfe von Ergebnissen aus Modellrechnungen geklärt werden. Dabei wurde geprüft, welche Mehrkosten bei der Bestandesbegründung

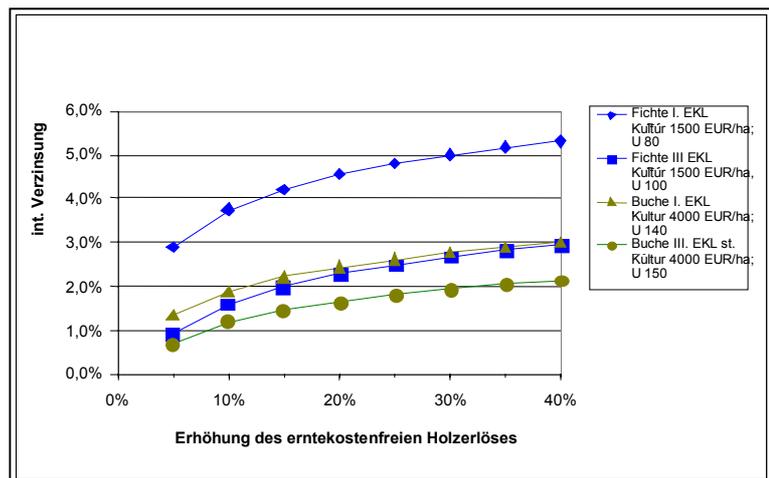


Abb. 13: Interne Verzinsungen einer Erhöhung der Kulturkosten um 10%, in Abhängigkeit von der prozentualen Erhöhung der erntekostenfreien Holzerlöse für verschiedene Baumarten und Ertragsklassen (Quelle: eigene Berechnungen).

Fig. 13: Internal rates of return from a regeneration cost increment of 10%, depending on an increment of stumpage value for various tree species and yield classes (source: own calculations).

durch Mehrerlöse bei der Holzernte abgedeckt werden können und welche internen Renditen dabei erwirtschaftet werden.

Die Modellrechnungen wurden für die Baumarten Buche und Fichte unter Verwendung gängiger Ertragstafeln, auf der Basis von Erlös- und Kostendaten der NRW Waldbewertungsrichtlinien durchgeführt. Die Ergebnisse sind exemplarisch in Abbildung 13 dargestellt.

Ausgangspunkt der Berechnungen ist eine angenommene Erhöhung der Kulturkosten um 10%, das entspricht grob einer Erhöhung der Kosten für das Pflanzmaterial um 20%, da üblicherweise rund die Hälfte der Kulturkosten auf das Pflanzenmaterial entfällt. In Abhängigkeit von der Erhöhung der erntekostenfreien Holzerlöse wurde die interne Verzinsung berechnet. Die Abbildung zeigt, dass sich mögliche Mehrkosten von Kulturen, wenn sie zu nennenswerten Erhöhungen der erntekostenfreien Holzerlösen führen, für forstliche Verhältnisse relativ hoch verzinsen.

Bei einer Erhöhung der Kulturkosten um 10% erzielt man bei 10% höheren ernteko-

stenfreien Holzerlösen, was in Anbetracht der Zahlen von KLEINSCHMIT als vergleichsweise gering erscheinen mag, für Buche interne Verzinsungen zwischen 1 und 2 % und Fichte zwischen 1,5% und fast 4%. In dem Diagramm wird zweierlei deutlich:

1. Unter dem Gesichtspunkt der Rentabilität (Effizienz des Mitteleinsatzes) wird das Nadelholz, wie hier die Fichte, deutlich favorisiert. Die geringeren Kulturkosten, die höheren Deckungsbeiträge aus der Holzernte und eine kürzere Produktionszeit begünstigen die Fichte gegenüber dem Laubholz, wie hier der Buche.
2. Ebenfalls wird deutlich, dass die Rentabilität maßgeblich von der Produktivität des Standortes beeinflusst wird. Wenn man eine Verbesserung des Betriebsergebnisses durch hochwertigeres, d.h. in der Regel auch teureres Vermehrungsgut anstrebt, so sollte man es auf die produktivsten, also Standorte mit der relativ besten Ertragsklasse bringen.

Diese für Investitionen in hochwertiges Vermehrungsgut günstigen Ergebnisse bestätigen insofern die betriebswirtschaftlichen Perspektiven der Forstpflanzenzüchtung. Sie bilden jedoch die Realität auf dem Markt für Forstpflanzen nur sehr bedingt ab, denn Rückfragen in Baumschulen konnten für „geprüftes“ Vermehrungsgut, das durch Tests der Nachkommenschaft seine besondere Leistungsüberlegenheit nachgewiesen hat, keine Preisdifferenzierung gegenüber „normalem“ Vermehrungsgut aus anerkannten Beständen bestätigen. Ein Mehrerlös lässt sich dafür offensichtlich am Markt derzeit nicht erzielen. Das Produkt „geprüftes“ Vermehrungsgut (mit nachgewiesenen Leistungsmerkmalen) scheint noch nicht im Bewusstsein der Kunden angekommen zu sein, vielleicht ist es auch Opfer der allgemeinen Investitionsmüdigkeit in die Forstwirtschaft.

Ausblick

Es war das Anliegen dieses Beitrages deutlich zu machen, dass die Erhöhung der Wertschöpfung eine Herausforderung für alle forstlichen Leistungsbereiche ist. Mit

Blick auf das Tagungsthema „Genressourcen als Produktionsfaktor“ sind hier Forstbetriebe und Forstpflanzenzüchtung gemeinsam gefordert.

Folgerungen für die betriebliche Praxis

Die forstliche Praxis ist aufgerufen, die Potentiale der Forstpflanzenzüchtung in Verbindung mit der Baumartenwahl intensiver zu nutzen. In diesem Zusammenhang darf jedoch nicht übersehen werden, dass hier möglicherweise eine Gegenläufigkeit, d.h. Konkurrenz von verschiedenen Zielsetzungen gegeben ist. Eine Ausrichtung auf Massen- und Wertleistung beim Vermehrungsgut wird i.d.R. mit einer genetischen Einengung erkaufte. Das mag manchem wegen der Verringerung der genetischen Diversität und der möglichen Minderung der Stabilität der Waldökosysteme als kritisch erscheinen.

Diese kritische Sicht wird wohl auch durch das verbreitete, im letzten aber unrealistische Leitbild einer ganzflächigen multifunktionalen Forstwirtschaft begünstigt. Zwar ist es richtig, dass Wälder stets mehrere Funktionen zu erfüllen haben und das tun sie in der Regel auch. Ebenso klar ist, dass sie die verschiedenen Funktionen in räumlich sehr unterschiedlichem Ausmaß erfüllen. Deshalb gilt es, auch die forstbetriebliche Intensität räumlich sinnvoll zu differenzieren. Dabei sollten folgende Prinzipien gelten:

- Ausrichtung der Intensität auf die besonders produktiven Standorte, d.h. dort den Input hinlenken, wo der höchste Erfolgsbeitrag erwartet werden kann.
- Keine „vollflächige Konsequenz“, denn aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist ganzflächiger Schematismus meist schädlich. Die „konsequente“ Pflege bis zum letzten Quadratmeter kostet oft unverhältnismäßig viel Geld und richtet ggf. auch Unheil an. Vielfach gilt die sog. Pareto-Regel, mit 20% des Aufwandes lässt sich oft bereits 80% des Erfolgsbeitrages realisieren.
- Aussparung aller Grenz-, Rand- und Sonderstandorte, denn dort gibt es oft biologisch angepasste Populationen. Oft

sind diese Bereich für eine ertragsorientierte Forstwirtschaft ohnehin zu steil, zu trocken oder zu nass, hier ist nichts zu gewinnen, aber viel zu verlieren. Die Wirklichkeit sieht jedoch oft anders aus. Häufig findet man den höchsten Aufwand (betrieblichen Input) auf den schwierigsten Standorten, wo vergleichsweise wenig zu erwarten ist.

Eine Schwerpunktbildung betrieblicher Intensität im oben beschriebenen Sinne schafft insgesamt genügend Raum für Extensivierungen an anderer Stelle und kann auch als Basis für die Akzeptanz einer gewissen genetischen Einengung angesehen werden (s. GEBUREK 2004). Vor dem Hintergrund der schwierigen wirtschaftlichen Situation nehmen solche Extensivierungsflächen ohnehin laufend zu. Dies zu erkennen und umzusetzen, ist eine wichtige Aufgabe der forstbetrieblichen Praxis.

Folgerungen für die Forstpflanzenzüchtung

Die Forstpflanzenzüchtung sollte die beschriebenen wirtschaftlichen Probleme als Herausforderung ansehen. Sie trägt Mitverantwortung, denn sie hat einen Schlüssel zur Erhöhung des wirtschaftlichen Erfolges der Forstwirtschaft in der Hand, jedoch leider nur einen, der nur extrem langsam wirkt. Konkrete Herausforderungen bestehen insbesondere in folgenden Bereichen:

- In Anbetracht des nachweisbaren Leistungsvermögens von geprüftem Vermehrungsgut erscheint es dringend geboten, die Leistungsmerkmale besser zu dokumentieren und in einem Marketing-Konzept zu kommunizieren. Die Vorzüge dieser "Premium-Klasse" müssen nicht nur nachgewiesen werden, sie müssen auch beim Kunden ankommen.
- In Anbetracht der Extensivierung im Personalbereich (Waldarbeiterabbau) muss die Intensität im Bereich der Bestandesbegründung und Jungbestandspflege laufend weiter reduziert werden. Deshalb werden hier kostenminimale Systeme noch wichtiger als bisher schon. Manches, was in der Vergan-

genheit durch die pflegende Hand des Forstwirtes (z.B. Protzenaushieb oder Mischwuchsregulierung) gerichtet werden konnte, muss in Zukunft durch Selbstregulation erreicht werden. Dies stellt neue Anforderungen an die Forstpflanzenzüchtung.

- Die Steigerung der Massenproduktion, auch für die Aufforstung landwirtschaftlicher Nutzflächen, bleibt auch in Zukunft eine weitere wichtige Herausforderung. Nur auf diese Weise ist quantitatives Wachstum in der Branche möglich, ein wichtiges Anliegen auch vor dem Hintergrund der Bedeutung von Biomasse für energetische Verwendung. Über allem schwebt jedoch das Problem des Klimawandels, die dadurch bedingten Standortveränderungen gilt es bereits heute zu antizipieren und auch in der Züchtung, aber auch in den Anbauentscheidungen zu berücksichtigen.

Literatur

- GEBUREK, T. (2002): Forstgenetik rechnet sich. *Österreichische Forstzeitung 113 (6): 33-35.*
- GEBUREK, T. (2004): Die Weitergabe genetischer Information – eine wichtige Komponente bei der Waldverjüngung; BFW-Praxisinformation, Wien (4), S. 18-20.
- KAUL, R., LEEFKEN, G. (2001): Der Forstliche Betriebsvergleich Westfalen-Lippe. In: 30 Jahre Forstlicher Betriebsvergleich, MUNLV NRW, Düsseldorf.
- KLEINSCHMIT, W. (2002): Herkunftsfrage aus der Sicht der Betriebswirtschaft. Jahrestagung des Nordwestdeutschen Forstvereins 2002 in Hann. Münden, Herausgeber NFV, Nienburg, S. 28-33.
- KONNERT, M. (2005): Gegenwärtiger Stand der Gentechnik im Forst. LWF-aktuell Nr. 48, S. 32-35.
- RAU, H.-M. (2005): Der internationale Douglasien-Provenienzversuch in Hessen – Ergebnisse bis zum Alter 27. *Forst und Holz 60: 291-294.*

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Bernhard Möhring
Institut für Forstökonomie der Georg-August-Universität Göttingen
Büsgenweg 5, 37077 Göttingen
E-Mail: bmoehri@uni-forst.gwdg.de

Verwendung von genetisch höherwertigem forstlichen Vermehrungsgut aus der Sicht eines Forstpflanzenproduzenten

Joachim Pein

Zusammenfassung

Die Wälder unseres Landes bieten eine reichhaltige Auswahl an Ausgangsmaterial für hochwertiges forstliches Vermehrungsgut. Die große Mehrheit des Ausgangsmaterials besteht aus Erntebeständen der gesetzlichen Kategorie ‚Ausgewähltes Vermehrungsgut‘.

Darüber hinaus gibt es die Kategorien ‚Qualifiziertes Vermehrungsgut‘ und ‚Geprüftes Vermehrungsgut‘, welche schon wegen ihrer Extrastellung im Forstvermehrungsgutgesetz (FOVG) als höherwertig anzusehen sind.

Dank der Arbeit der Forstgenetik und der Forstpflanzenzüchtung stehen beide Kategorien heute der Praxis in Form von Samenplantagen einerseits sowie als ‚Geprüftes Vermehrungsgut‘ andererseits zur Nutzung frei.

Allerdings wird Pflanzenmaterial dieser höherwertigen Kategorien vom Verbraucher nur sehr spärlich nachgefragt.

Mit diesem Beitrag soll versucht werden, die Gründe hierfür herauszufinden und die Chancen für eine breitere Verwendung auszuloten.

Use of genetically improved forest reproductive material from the point of view of a forest plant producer.

Abstract

The forests of our country provide a wide range of high-quality reproductive material, the vast majority belonging to the category ‘selected reproductive material’.

Additionally legislation distinguishes the categories ‘qualified reproductive material’ (= seed orchards) and ‘tested reproductive material’, both of them thus being considered as of higher value.

Thanks to intense work in forest genetics and forest tree breeding quite a number of these two categories of reproductive material is available today for the harvester and the buyer of seeds.

In practice however there is little demand for plants from these superior categories.

This contribution is trying to find out the reasons and evaluate the chances for an increased use.

Forstgenetik beim Pflanzenkauf: Ein Fremdwort ?

Genetisch höherwertiges Vermehrungsgut, das sind die im Forstvermehrungsgutgesetz definierten Kategorien ‚Qualifiziert‘

(= Samenplantagen) und ‚Geprüft‘. Schon diese per Gesetz vorgenommene Heraushebung rechtfertigt es, derartigem Vermeh-

rungsgut das Prädikat ‚höherwertig‘ zuzuschreiben

Meine Aufgabe ist es, zu untersuchen, wie stark beim Verbraucher der Wille ausgeprägt ist, genetisch höherwertiges Vermehrungsgut zu verwenden und welche Möglichkeiten es gibt, auf diesen Willen Einfluss zu nehmen, um das Niveau bei der Pflanzenbeschaffung anzuheben.

Es geht mir also nicht um Daten und Statistiken über das Saatgutaufkommen in diesen Kategorien, ich möchte auch gar nicht versuchen herauszufinden, wie viel Prozent vom Gesamtkuchen bei den Pflanzenlieferungen aus diesen Kategorien stammt – ein, zwei, drei oder vier Prozent – nein, das wären ebenfalls bloße Fakten. Mir geht es um die Hintergründe, die Beweggründe der Praxis für den Umgang mit diesem Material. Nur wenn man die kennt, kann man darauf Einfluss nehmen.

Schauen wir uns also einmal um, wie es zugeht bei der Beschaffung von Forstpflanzen. Aus meinem Horizont sind Preisanfragen oder Ausschreibungen zu etwa zwei Dritteln aller Fälle ziemlich gleichartig und einfach strukturiert. In Excel-Tabellenform stehen die Spalten Baumart, Herkunft, Anzahl, Alter, Größe und Preis sozusagen gleichgewichtet nebeneinander, bei der Herkunft wird lediglich das Herkunftsgebiet vorgegeben, mehr nicht. Schon durch die so gewählte Anordnung scheint die Herkunft keine über die anderen Merkmale einer Pflanze (Größe, Alter usw.) hinausgehende Bedeutung zu haben. Herkunft muss sein, aber es ist wenig Raum für sie vorhanden, nicht nur in diesen tabellarischen Aufstellungen, sondern auch in den Köpfen derer, die über die Beschaffung des Vermehrungsguts zu entscheiden haben. Manchmal wird sie auch ganz vergessen.

Hier lohnt es sich zumeist auch nicht, beim Angebot hinsichtlich der Herkunft größere Differenzierungen vorzunehmen oder gar Sahnestücke der hier zur Sprache stehenden Kategorien anzubieten, denn die Höherwertigkeit der Herkunft ist bei der Auftragsvergabe ohne Bedeutung.

Bei dem übrigen Drittel der Forstpflanzenanfragen steht die Herkunft deutlich mehr im Mittelpunkt - mit ganz unterschiedlichen Vorgaben.

Die Pflanze soll für das Anbaugebiet passend sein, sind häufig anzutreffende Forderungen, soll ihren Ursprung entweder in dem

gleichen Waldgebiet/Forstamt oder in der näheren Umgebung haben. Zuweilen wird der Schwerpunkt auf autochthones Material aus dem Anbaugebiet gelegt. Eine Reihe von Verbrauchern bevorzugt Sonderherkünfte der DKV und nur ein einsamer, mutiger Krieger hat sich der Mühe unterzogen, nach den gesetzlich höherwertigen Kategorien Ausschau zu halten. Ich zitiere aus einer Anfrage eines niedersächsischen Forstamtes vom Oktober 2004:

„Wir haben allergrößtes Interesse an der Beschaffung von geprüftem Vermehrungsgut lt. FOVG. Erst in zweiter Linie wird auf qualifiziertes oder letztlich auf ausgewähltes Vermehrungsgut zurückgegriffen. Die Herkunft des Vermehrungsgutes sowie die Herkunftssicherheit spielt im Zweifel eine wichtigere Rolle bei der Kaufentscheidung als die Sortimentsgröße und/oder das Alter.“

Für die Anbieterseite sieht es, wie zu erwarten ist, beim Absatz deckungsgleich zu dem bisher gesagten aus. Dazu ein Beispiel. Bei der letzten Vollmast von Stiel- und Traubeneiche in Norddeutschland im Jahre 2000 haben wir in unserem Betrieb u.a. eine größere Menge Traubeneicheln (mehrere tausend Kilogramm) aus dem niedersächsischen Forstamt Unterlüß ausgesät, Kategorie ‚Geprüftes Vermehrungsgut‘. Zwei Jahre später, als die daraus gezogenen Pflanzen als zweijährige Sämlinge versandreif waren, sind wir damit auf den Markt gegangen. Das Ergebnis war traurig: Keine einzige Anfrage, keine Bestellung von geprüftem Vermehrungsgut, ortsnähere Herkünfte oder Sonderherkünfte wurden vorgezogen und so ist diese kostbare Ware letztlich in Bestellungen der Kategorie ‚Ausgewähltes Vermehrungsgut‘ untergebracht worden. Das sind doch erhebliche Missklänge zwischen dem, wie es idealerweise sein sollte und dem, wie es in der Praxis läuft. Woran liegt das?

Die Ursachen

Es sind im wesentlichen drei Ursachen anzutreffen:

Unkenntnis

Viele Verwender von forstlichem Vermehrungsgut haben von der Materie wenig oder gar keine Kenntnisse. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass das Wissen und die Sensibilität um die Bedeutung der Herkunft stark vom Vorhandensein, von der Qualität der forstfachlichen Betreuung abhängen. Ist eine solche überhaupt nicht vorhanden, kann es zu abenteuerlichen Konstellationen kommen, wie das folgende Beispiel aus dem September 2005 zeigt:

Eine Gemeinde schreibt die Aufforstung einer Fläche am Rande eines neuen Gewerbegebiets aus. Angeschrieben werden Garten- und Landschaftsbaufirmen aus der Umgebung. Es sind größere Stückzahlen an Rotbuchen und Traubeneichen dabei, eine Herkunftsvorgabe fehlt völlig. Als Sortiment wird 2 x verschult, 50-80cm, verlangt, ein Sortiment, wie man es von den Sträuchern her kennt.

Hier fehlt jedes Bewusstsein über den Begriff Forstpflanze und die damit verbundenen Eigenheiten. Wie soll da jemand auf die Idee kommen, nach höherwertigen Kategorien zu fragen?

Der wirtschaftliche Schaden bei dieser Art von Anfragen kann dabei in doppelter Hinsicht zu Buche schlagen. Das Pflanzenmaterial wird als 2 x verschulte Ware womöglich viel zu teuer eingekauft, wo doch bei einer Forstkultur ein zweijähriger Sämling üblich ist, und durch eine ungeeignete Herkunft kann ein Schaden für die Ewigkeit entstehen.

Die meisten Besteller von Forstpflanzen sind aber gottlob gelernte Forstleute. Nur findet man auch hier vielfach Unkenntnis über die herausragende Bedeutung der Herkunft vor. Dass eine Forstpflanze eine Hausnummer haben muss, also die Kennzahl des Herkunftsgebiets, wissen alle, aber von weitergehenden Unterscheidungen, von den Feinheiten der hier zur Diskussion stehenden Art, haben viele noch nichts gehört.

Oftmals werden auch andere Eigenschaften höher eingestuft als die Herkunft. Wenn z.B. eine Pflanze mit einer Standardherkunft weniger kräftig gewachsen ist als die Pflanze der Kategorie ‚Geprüft‘ und sich deshalb technisch leichter und kostengünstiger pflanzen lässt, dann wird diesem Sortiment gern der Vorzug gegeben.

Gleichgültigkeit

Hier ist zwar beim Verwender grundsätzlich das Wissen um die Bedeutung der Herkunft vorhanden, es wird aber nicht umgesetzt. Diesem Phänomen möchte ich an dieser Stelle gar nicht weiter auf den Leib rücken, es ist eher ein menschliches als ein forstliches und wohl nur durch Druck zu bekämpfen.

Vorbehalte

So kommen wir zum dritten Punkt bei der Suche nach den Gründen, warum so wenig genetisch höherwertiges Vermehrungsgut verwendet wird, ein Punkt, der am meisten herausfordert, weil es hier um den Kern der Sache geht. Der Verbraucher hat Kenntnis von den höherwertigen Herkunftskategorien, steht diesen aber skeptisch gegenüber.

Die meisten Vorbehalte gibt es gegenüber den Samenplantagen. Ein wichtiger grundsätzlicher Kritikpunkt stammt aus den Prinzipien der naturnahen Forstwirtschaft. Der Wald soll sich möglichst selbst regenerieren, sich natürlich verjüngen. Die alternative Methode heißt künstliche Verjüngung. Überspitzt formuliert könnte man zu dieser Methode auch ‚nicht natürlich‘ sagen. Ja, und nicht natürlich, ist das nicht eigentlich das gleiche wie unnatürlich? Allein durch das in meinen Augen sehr unglücklich formulierte Begriffspärchen ‚natürlich‘ und ‚künstlich‘ erscheint die letztgenannte Methode oft als minderwertig. Dabei wird jedoch übersehen, dass manchem schlechten Altbestand frisches Blut durch eine künstliche Verjüngung mit hochwertigem Vermeh-

rungsgut wesentlich besser bekommt als die Naturverjüngung.

Vermehrungsgut aus Samenplantagen ist nach diesem Denken in doppelter Hinsicht künstlich, also ‚extrem unnatürlich‘, denn: Das zu pflanzende Vermehrungsgut, das künstlich einzubringende, stammt zusätzlich noch von Ausgangsmaterial, welches durch züchterische Auslese ebenfalls künstlich zusammengestellt worden ist.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die mangelnde genetische Vielfalt bei Samenplantagen, oft diskutiert, von der Forstgenetik vehement bestritten, aber aus den Köpfen der Verwender nicht herauszubekommen.

Ich enthalte mich mangels ausreichender Kenntnisse einer Stellungnahme, möchte aber beispielhaft darauf hinweisen, dass ein Land wie Schweden, der Pionier bei der Einführung von Samenplantagen, in etwa 20 Jahren so weit sein will, den gesamten Bedarf an forstlichem Vermehrungsgut aus Samenplantagen zu decken und zwar bei allen dort verwendeten Baumarten, Nadelholz wie Laubholz. Hierüber herrscht ein breiter fachlicher und politischer Konsens. Selbstverständlich kann man die Verhältnisse dort nur bedingt mit den unseren vergleichen, dort steht bei den Funktionen des Waldes die Produktivität viel mehr im Vordergrund als bei uns. Man sollte es aber zur Kenntnis nehmen.

Bei der Kategorie ‚Geprüftes Vermehrungsgut‘, der höchsten Kategorie, gibt es nur sehr vereinzelt Vorbehalte. Einige Verwender sehen auch hier eine genetische Einengung, vor allem dann, wenn ausschließlich auf sie zurückgegriffen wird. Führt man sich einmal vor Augen, dass es in unserem Land insgesamt auf alle Baumarten bezogen zusammen knapp 200.000 Hektar an Ausgangsbeständen der Standardkategorie ‚Ausgewählt‘ gibt, aber lediglich 728 Hektar der Kategorie ‚Geprüft‘, dann kann man den Wunsch, auf die große genetische Vielfalt der Standardbestände zurückgreifen zu wollen, durchaus nachvollziehen. Das Problem ist allerdings

eher ein theoretisches, denn es wird ohnehin wegen der oftmals schwachen oder ganz ausbleibenden Fruktifikation bei vielen Baumarten niemals oder nur ganz selten möglich sein, den Gesamtbedarf an Saatgut aus der Kategorie ‚Geprüft‘ zu decken.

Eine weitere Ursache für die Nichtverwendung dieses Materials könnte sein, dass es zu teuer ist. Auf diesen Punkt möchte ich später noch eingehen, wenn es um die Produktion der Pflanzen geht.

Nach Aufzählung der wesentlichen Ursachen für die mangelnde Bereitschaft zur Verwendung von genetisch höherwertigem forstlichem Vermehrungsgut – Unkenntnis, Gleichgültigkeit und Vorbehalte - wende mich jetzt dem zweiten Teil zu, nämlich der Frage, wie diese unbefriedigende Situation verändert werden kann.

Wege zum Ziel

Das Gesetz

Die Spielregeln für den Umgang mit forstlichem Vermehrungsgut ergeben sich aus dem Forstvermehrungsgutgesetz (FOVG) und dreier auf Grund dieses Gesetzes erlassener Verordnungen.

Wenn man die Abschnitte des FOVG durchsieht, so geht es z.B. um die Zulassung, die Erzeugung, das Inverkehrbringen oder die Identitätssicherung von forstlichem Vermehrungsgut. Nach Vorschriften, welche die Verwenderseite betreffen, sucht man vergeblich. Kurz gesagt: Das FOVG beinhaltet nur Regelungen für die Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut, für die Verbraucherseite gelten marktwirtschaftliche Grundsätze wie auch sonst in unserem Wirtschaftssystem.

Man kann als Verbraucher Fleischsalat kaufen oder Geflügelsalat, je nach Geschmacksrichtung, man kann das Produkt beim Discounter kaufen oder in einem Spezialitätengeschäft. Die relevanten Vorschriften – hier Lebensmittelrecht- betreffen in der Regel

immer nur den Anbieter, nicht den Verbraucher. Man kann sich den Fleischsalat auch bei irgendeinem ‚fliegenden Händler‘ besorgen mit dem Risiko, dass das Produkt vielleicht verdorben ist.

Nicht anders verhält es sich beim forstlichen Vermehrungsgut. Der Verbraucher ist frei, diese grundsätzliche Selbstverständlichkeit sollte hier festgehalten werden. Das Gesetz und die Verordnungen bedeuten Verbraucherschutz, nicht mehr. Eine gesetzliche Einflussnahme auf die Verbraucherhaltung gibt es nicht, schon gar nicht in Richtung ‚Höherwertiges Vermehrungsgut‘.

Förderrichtlinien

Ein starkes Instrument der Einflussnahme sind, wie es aussieht, die Förderrichtlinien, denn hier ist der Verbraucher nicht ganz frei bei der Beschaffung des Vermehrungsguts.

Wer die Musik bezahlt, darf auch bestimmen, was gespielt wird, was gepflanzt wird, in diesem Fall also die EU als Hauptfinancier. Es werden auch Vorgaben gemacht, in erster Linie allerdings bezüglich der Baumarten, der Anteil von Nadelholz z.B. wird in der Regel auf höchstens 30 % begrenzt. Bei der Herkunft wird nur Gesetzeskonformität und Anpassung an das Anbauggebiet verlangt. Eine Verpflichtung zur Verwendung höherwertigen Materials besteht nicht.

Herkunftsempfehlungen

Für alle Bundesländer gibt es Herkunftsempfehlungen. Mir liegen hier diejenigen für die Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein vor, erstellt und fortgeführt von der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt.

Wenn man diese Empfehlungen durchgelesen hat, kann man nur bewundernd feststellen, welche ausgezeichnete, detaillierte Arbeit hier geleistet worden ist.

Es werden klare, wissenschaftlich fundierte Prioritäten definiert. Obenan steht immer das Ausgangsmaterial der höchsten gesetzlichen Kategorie ‚Geprüftes Vermehrungsgut‘, gefolgt von den Samenplantagen.

Mit ein wenig Stolz möchte ich vermerken, dass gleich danach eine bei manchen Baumarten sehr reichhaltige Auflistung von DKV-Sonderherkünften folgt, und ich bin versucht zu behaupten, dass auch diese Bestände als genetisch höherwertig anzusehen sind, freilich keineswegs auf einer Stufe mit den hier zur Diskussion stehenden Kategorien, aber so manches phänotypisch festgestellte Merkmal eines Bestandes, wie z.B. die Astigkeit oder der Grad der Zwieselbildung, lassen durchaus Rückschlüsse auf die Genetik zu.

Kurzum: Wenn jeder Verwender sich nach diesen Herkunftsempfehlungen richten würde, müsste die Welt eigentlich in Ordnung sein.

Wenn wir uns nun aber in die Niederungen der Praxis begeben, dann sieht es mit der Befolgung dieser Empfehlungen, wie Sie an den Beispielen gesehen haben, eher dürftig aus. Der Verbraucher ist halt frei. Nicht umsonst heißt es so freundlich formuliert Herkunftsempfehlungen und nicht Herkunftsvorschriften.

Eine Bindungswirkung können diese Empfehlungen allenfalls entwickeln, wenn sich der Waldbesitzer intern selbst verpflichtet, ihnen Folge zu leisten. Und das scheint vor allem beim Staatswald der Fall zu sein. In den Landesforstverwaltungen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins gibt es z.B. Erlasse, nach denen die Herkunftsempfehlungen der Versuchsanstalt bindend sind. Die Bezugnahme auf die Herkunftsempfehlungen bei der Pflanzenbeschaffung im Staatswald ist allerdings, wie aufgezeigt, trotz der genannten Erlasse eher selten.

Inwieweit bei anderen Waldbesitzerarten interne freiwillige Vorgaben bezüglich der Herkunftswahl beim Pflanzeneinkauf bestehen, ist mir nicht bekannt.

Mir ist allerdings noch kein Fall untergekommen, bei dem sich eine Anfrage aus dem Nichtstaatswald direkt oder sinngemäß auf Herkunftsempfehlungen der Versuchsan-

stalten bezogen hat. Anfragen nach qualifiziertem oder geprüftem Vermehrungsgut gibt es so gut wie nicht. Das ist mir ein wenig unverständlich, denn z.B. im Privatwald sind die Prioritäten bei den Funktionen des Waldes (Ökonomie, Ökologie und Soziales) doch viel mehr in Richtung Wirtschaftlichkeit ausgerichtet als im Staatswald, so dass es hier auf die Hochwertigkeit des Ausgangsmaterials bei Forstkulturen viel mehr ankommen sollte als im Staatswald.

Es muss also festgehalten werden, dass Herkunftsempfehlungen z.Zt. nur dort Einfluss haben, wo dies per Erlass angeordnet wird. Schade eigentlich!

Ein frischer Wind könnte allerdings alsbald wehen durch neue Vorgaben seitens der Waldzertifizierungsgesellschaften.

PEFC z.B. formuliert ausdrücklich in den am 1. Januar 2006 in Kraft tretenden Standards für Deutschland, dass die Herkunftsempfehlungen für forstliches Saat- und Pflanzgut eingehalten werden müssen – ein aus meiner Sicht richtiger und wichtiger Schritt und erfreulicherweise ein deutlicher Wink in Richtung genetischer Höherwertigkeit.

Überzeugungsarbeit

Nach den Erfahrungen der Vergangenheit ist davon auszugehen, dass ohne die Akzeptanz beim Verbraucher nicht viel laufen wird.

Diese zu erreichen, ist sehr schwierig, denn auf ein offenes Ohr wird man nur dann treffen, wenn der Verbraucher die Vorteile der guten Herkunft überhaupt erkennt. Und da der Nutzen sich erst in ferner Zukunft zeigt, in absehbarer Zeit aber nichts greifbares zu bieten ist, wird die Überzeugungsarbeit vor allem bei Verwendern der Kategorie ‚Unwissend‘ extrem schwierig sein. Eine solche Überzeugungsarbeit hat für diesen Adressaten wegen seiner fehlenden Fachkenntnis etwas von einem bloßen Versprechen für die Zukunft in sich. Und Versprechen sind halt sehr vager Natur.

Der Bereich ‚Unkenntnis‘ wird, so befürchte ich, in Zukunft eher zunehmen, wenn man sich vor Augen führt, welche Kahlschlagwirtschaft heutzutage beim Umgang mit dem Forstpersonal Platz gegriffen hat. Wir sind in manchen Bundesländern vielleicht gar nicht mehr so weit davon entfernt, dass der Kämmerer und nicht mehr der Forstmann die Beschaffung forstlichen Vermehrungsguts in die Hand bekommt. Und den interessieren ganz andere Dinge als die verschiedenen Kategorien von forstlichem Vermehrungsgut.

Was kann getan werden? Nach allem, was hier aufgezeigt wurde, gäbe es eine Menge an Arbeit für die praktische Verbesserung der Standards bei der Anlage von Forstkulturen. Ihnen, liebe Forstgenetiker und Forstpflanzenzüchter, als Verfechter der Ideallinie, ist das gewiss deutlich geworden.

Vielleicht sollten Sie einfach hinausgehen aus Ihren Instituten, die Unwissenden vorbehaltlos aufklären, sich mit Ihren Kritikern offensiv auseinandersetzen. Vielleicht sollten Sie sich auch einbringen als Dienstleister bei der Pflanzenbeschaffung. Gründe für die Einbeziehung des Know-hows der Forstgenetik bei der Pflanzenbeschaffung gibt es zuhauf. Sie haben immerhin argumentativ so etwas starkes wie das FOVG im Rücken.

Das abstrakte und das konkrete zusammenzubringen, das wäre z.B. eine lohnende Aufgabe. Jahr für Jahr bringt die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Statistiken über das tatsächliche Aufkommen an Saatgut der verschiedenen gesetzlichen Kategorien heraus. Passen Sie Ihre Herkunftsempfehlungen Jahr für Jahr dem tatsächlichen Ernteaufkommen an! Der Pflanzenbesteller selbst kann gar nicht beurteilen, was an geeignetem Material überhaupt auf dem Markt sein kann. Wir haben ja gesehen, dass der Verbraucher ganz weit weg ist von den Bereichen Erzeugung und Inverkehrbringen forstlichen Vermehrungsguts und demgemäß auch keine Kenntnisse davon hat, was an geeignetem Vermehrungsgut

überhaupt auf dem Markt vorhanden ist. Wir merken das fast täglich, wenn bei den Pflanzen nach Herkünften angefragt wird, die es mangels Ernteaufkommens in den Vorjahren gar nicht geben kann.

Was die Baumschulen leisten können

Produktvielfalt

Die Forstbaumschulbranche sollte gewiss in der Lage sein, höherwertiges Saatgut seiner besonderen Bedeutung entsprechend sorgfältig, quasi wie ein rohes Ei, zu behandeln und daraus eine gute Pflanzenqualität zu produzieren. Eine größere Produktvielfalt durch die genetisch höherwertigen Kategorien dürfte kein Problem sein, diese Produktvielfalt ist für uns spätestens seit dem Inkrafttreten des FOVG ohnehin täglich Brot.

Wenn Sie bedenken, dass viele Baumarten, ich denke an die Wildkirsche oder die Birkenarten, beide inzwischen dem Gesetz unterliegend, auch in den Standardherkünften nur zu wenigen Kilos oder gar nur 100-grammweise zur Aussaat kommen, dann sehen Sie, dass eine erhöhte Mühewaltung auch gegenüber den genetischen Kostbarkeiten forstlichen Vermehrungsguts sehr wohl möglich ist.

Preisgestaltung

Von den Kosten her bestimmt der Markt das Geschehen. Wenn die Ware reichlich ist, wird sie preiswert sein, wie preiswert das sein kann, das hat der Verbraucher während des großen Baumschulsterbens der letzten acht Jahre kennen und schätzen gelernt. Wenn sie knapp ist, dann wird sich das in höheren Preisen niederschlagen. Ich glaube aber nicht, dass man beim Pflanzeneinkauf von genetisch höherwertigem Vermehrungsgut im Vergleich zur Standardkategorie generell von höheren Preisen ausgehen muss. Die Höherwertigkeit entsteht ja nicht durch eine Veredlung während der Produktion, sondern ist dem Produkt schon inne, wenn es

ausgesät wird. So werden allenfalls höhere Preise beim Saatguteinkauf weitergegeben werden müssen.

Meine Damen und Herren, ich hoffe, Sie durch meine Ausführungen ein wenig zum Nachdenken angeregt zu haben, ja vielleicht sogar ein wenig verwirrt zu haben. Das wäre mir durchaus recht, denn wir haben es mit einem Sachbereich zu tun, der komplex ist und bei dessen Vorankommen in den vergangenen Jahrzehnten nur wenig Fortschritte gemacht worden sind. Es wird weiterhin ein mühsamer Weg bleiben, dem Verbraucher die höherwertigen Kategorien forstlichen Vermehrungsguts schmackhaft zu machen. Aufgeben sollten wir auf keinen Fall!

Anschrift des Autors:

Joachim Pein,
Forstbaumschulen Ostermann GmbH
Postfach 1204, 25464 Halstenbek

Forstpflanzenzüchtung in Deutschland – Verlorener Zuschuss oder Zukunftsinvestition?

Heino Wolf

Zusammenfassung

Im Zuge der Haushaltseinsparungen des Bundes und der Länder stehen seit geraumer Zeit auch die Aufgaben der Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung auf dem Prüfstand. Im vorliegenden Beitrag wird daher der Frage nachgegangen, ob die finanziellen Aufwendungen für die Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung eine Investition in die Zukunft darstellen. Zur Beantwortung dieser Frage werden zunächst die geänderten Rahmenbedingungen in Hinsicht auf Ressourcenverfügbarkeit und Klimawandel sowie deren Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung in Deutschland dargestellt. Nachfolgend wird kurz auf die Aufgaben und Besonderheiten der Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung eingegangen. Anhand von ausgewählten Beispiele werden die bisher geleisteten Beiträge der Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung für die Begründung und die Bewirtschaftung gesunder und leistungsfähiger Wälder beschrieben. Die Beispiele umfassen dabei die Erhaltung und Förderung forstlicher Genressourcen, die Verbesserung der Anbausicherheit sowie die Verbesserung der Leistungsfähigkeit, Qualität und Widerstandsfähigkeit von Waldbäumen. Bevor in einer Schlussbemerkung die Voraussetzungen für eine nachhaltig erfolgreiche Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung dargestellt werden, wird der Investitionscharakter der Aufwendungen für die Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung diskutiert.

Forest tree breeding in Germany – a lost grant or an investment into the future

Abstract

Following the discussions on the reduction of the public budget deficit of the federal and the state governments, the tasks of forest genetics and tree breeding are also asked for. Therefore, the question will be discussed in the paper presented, if the financial means given for the tasks of forest genetics and tree breeding are investments into the future. In the beginning, the changed conditions for forestry according to the exhaustion of resources and the climatic change are described and the effects on the management of forests discussed. Following this, the tasks of and special requirements to forest genetics and tree breeding are presented. Using some selected examples, the benefits of forest genetics and tree breeding for the forest and wood chain are presented. The examples include the conservation and promotion of forest genetic resources, the improvement of the planting success as well as the improvement of growth, quality and resistance. The investment character of spending for forest genetics and tree breeding will be discussed before the preconditions for the sustainable success of activities related to forests genetics and tree breeding are mentioned.

1. Aufgabenkritik und Strukturwandel in den öffentlichen Verwaltungen

Die Regierungen von Bund und Ländern sehen sich seit geraumer Zeit mit schwerwiegenden Problemen bei der Finanzierung der öffentlichen Haushalte konfrontiert. Vor dem Hintergrund der Haushaltsprobleme werden die Aufgaben des Staates und der bisherige Aufbau der öffentlichen Verwaltungen zunehmend hinterfragt. Bei Aufgaben wie der Landesverteidigung, der Terrorismus- und der Verbrechensbekämpfung oder der Rechtsprechung besteht weitgehend Konsens, dass es sich um staatliche Aufgaben handelt. Die Grundversorgung der Bevölkerung mit Leistungen des öffentlichen Personenverkehrs, der Post und Telekommunikation war in der Vergangenheit lange Zeit als staatliche Aufgabe unbestritten. Diese Auffassung hat sich in den vergangenen Jahrzehnten drastisch verändert. Die Privatisierung der staatlichen Unternehmen der Bahn, Post und Telekommunikation war der Beginn eines mehr oder weniger konsequenten Umbaus der öffentlichen Verwaltungen.

Die Forstverwaltungen des Bundes und der Länder sind seit mehreren Jahren ebenfalls ein Feld intensiver Reformbemühungen. Im Zuge dieser Veränderungen werden zunehmend Aufgaben von Forstverwaltungen auf den Prüfstand gestellt, die bis vor kurzem noch zum unbestrittenen Aufgabenkatalog gehörten.

In verschiedenen Bundesländern ist eine Ausrichtung der staatlichen Forstbetriebe auf Schwerpunkte zu beobachten, die in der Hauptsache wirtschaftlicher Natur sind. Vor allem Aufgaben, die keinen unmittelbaren Erlös abwerfen, werden zunehmend in Frage gestellt. Die Handlungsmuster weisen dabei Ähnlichkeiten auf:

- Eine Aufgabe wird als überflüssig oder als nicht notwendig angesehen. Sie gilt somit als Luxus, und es wird auf diese Aufgabe verzichtet.
- Eine Aufgabe wird als notwendig erachtet, kann aber durch private Einrichtungen angeblich gleich gut oder besser erfüllt werden. Diese Aufgabe wird abgegeben oder die Institution, die die Aufgabe erfüllt, in welcher Form auch immer privatisiert.
- Eine Aufgabe wird als notwendig erachtet, aber für das staatliche Handeln nicht als prioritär angesehen. Die Ausgaben für diese Aufgabe werden als verlorener Zuschuss behandelt, der in Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Hausmitteln erbracht wird oder auch nicht.
- Sehr selten wird dagegen die Frage gestellt, ob es sich bei den Aufwendungen für eine bestimmte Aufgabe um eine Investition in die Zukunft handelt, die sowohl auf der Ebene des Einzelbetriebes als auch auf der Ebene des gesamten Wald-Holz-Clusters eine Erhöhung der Wertschöpfung mit sich bringt.

Im vorliegenden Beitrag sollen die Veränderungen der Rahmenbedingungen für die Waldbewirtschaftung und deren Auswirkungen aufgezeigt werden. Anhand der Aufgaben und der Besonderheiten der Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung sowie der bisher erbrachten Beiträge für gesunde und leistungsfähige Wälder soll der Frage nachgegangen werden, ob die erbrachten finanziellen Aufwendungen für diese Fachdisziplinen als Investition in die Zukunft der Wälder und der Forstwirtschaft verstanden werden können. In einer Schlussbemerkung werden die Voraussetzungen für eine effiziente Mittelverwendung und Ergebnisumsetzung beschrieben sowie eine Antwort auf die im Titel genannte Frage gegeben.

2. Veränderungen der Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung

Der Wald in Deutschland befindet sich im Hinblick auf seinen Gesundheits- und Ertragszustand in einer unterschiedlichen Situation. Die Waldfläche ist von 1987 bis 2002 um 0,7 % leicht angestiegen und hat einen Anteil von 31 % an der Landesfläche. Deutschland besitzt im Vergleich mit den Ländern der Europäischen Union und der Schweiz die absolut höchsten Holzvorräte und zusammen mit Österreich und der Schweiz die höchsten Vorräte pro Hektar (ANONYMUS 2004). Andererseits weisen immer noch 29 % der Waldfläche eine deutliche Kronenverlichtung (Schadstufen 2-4) auf. Die deutliche Kronenverlichtung der Laubbaumarten Buche und Eiche ist dabei mit Werten von 44 % bis 51 % beträchtlich höher als bei den Nadelbaumarten Kiefer und Fichte mit Werten von 19 % bis 31 % (ANONYMUS 2006a).

Die Rahmenbedingungen für die Waldbewirtschaftung haben sich in Deutschland in den letzten Jahren und Jahrzehnten zum Teil drastisch verändert. Auf Seiten der Holzverarbeitenden Industrie sind bereits seit Jahren Konzentrationsprozesse zu beobachten, die weitreichende Konsequenzen auf die Menge, die Qualität und den Preis des abzunehmenden Holzes sowie den Zeitpunkt der Bereitstellung des Rohstoffes haben. Die Ansiedlung neuer Verarbeitungsanlagen mit großen Kapazitäten sowie die Einführung neuer Nutzungsarten und Produktionsverfahren der Holzverarbeitenden Industrie wie zum Beispiel die Profilerspannung oder neue Aufschlussverfahren zur Produktion von Holzstoff führen zu einer zunehmenden Nachfrage nach Industrieholz. So entstanden nach 1990 in den fünf östlichen Bundesländern für etwa ca. 12 Mio. Festmeter pro Jahr Verarbeitungskapazitäten in der Zellstoff-, Schnittholz- und Plattenindustrie. Weitere Ansiedlungen sollen in den nächsten Jahren

noch erfolgen (BEMMANN pers. Mitt.). Diese Entwicklungen sowie die Entscheidungen der Europäischen Union zur Verbesserung des Naturschutzes (FFH-Gebiete) und des Klimaschutzes sowie zur Erhöhung des Anteils nachwachsender Rohstoffe an der Primärenergieversorgung werden nach einer Studie im Auftrag des Verbandes der Europäischen Papierindustrie bereits im Jahr 2010 zu einem Defizit im Holzaufkommen von 27 Millionen m³ pro Jahr führen (CEPI 2003).

Im Klimaschutz-Protokoll von Kyoto haben sich 1997 die meisten Industrienationen auf einen Maßnahmenkatalog zur CO₂-Minderung verständigt. Neuere Analysen zur Verfügbarkeit von Erdöl und Erdgas zeigen, dass die Produktions- und Ausbeutungsrate von Erdöl die Rate der Neuentdeckung deutlich übersteigt. Aus diesem Grund kann das Maximum der weltweiten Erdölproduktion innerhalb der nächsten 20 Jahre erwartet werden (SCHINDLER, ZITTEL 2000). Die seit geraumer Zeit auf hohem Niveau verharrenden Preise für Erdöl und Erdgas können als ein Anzeichen für die zunehmende Erschöpfung der globalen Erdöl- und Erdgas-Reserven gesehen werden. Anscheinend gibt es keine ausreichenden Förderkapazitäten mehr, um sowohl die steigende Nachfrage durch den zunehmenden Energiekonsum z. B. von Indien und China als auch den Ausfall von Lieferanten durch kriegerische Ereignisse oder Naturkatastrophen auszugleichen. Eine Konsequenz wird ein ansteigender Bedarf für Ersatzrohstoffe wie Biomasse aus Holz sein.

Welche Konsequenzen der Klimawandel für die Wälder in Deutschland haben wird, lässt sich trotz der vorliegenden Prognosen (z. B. ENKE *et al.* 2000) für die nächsten 50 Jahre nur schwer vorhersagen. Zum einen übersteigt der Produktionszeitraum der meisten Waldbaumarten den Prognosezeitraum sehr deutlich, zum anderen ist die Vorhersage von Extremereignissen nur bedingt möglich (WAGNER 2004). Unabhängig davon zu welchen konkreten Umweltveränderungen der

Klimawandel führt, ein neuer „Gleichgewichtszustand“ des Klimas ist vermutlich nicht zu erwarten (WAGNER 2004). Es stellt sich also die Frage, wie die Wälder der Zukunft aussehen werden, welche Baumarten an der Zusammensetzung der Wälder beteiligt sein werden, in welchen Mischungsverhältnissen, in welchen Bestandesstrukturen? Ein wesentliches Element naturnaher Waldbewirtschaftungsstrategien ist aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen die langfristige natürliche Verjüngung von Beständen. Wie werden sich die veränderten und sich ändernden Klimaverhältnisse auf die Reproduktion der Bäume und damit auf die Waldverjüngung auswirken? Neben diesen mehr ökologischen Aspekten wird es auch Auswirkungen auf die Bereitstellung des Rohstoffes Holz geben. Welche Baumarten werden die Forstwirtschaft in Zukunft prägen? Wie wird der Rohstoff Holz in Zukunft produziert werden? Welches Vermehrungsgut wird in Zukunft Stabilität, Leistungsfähigkeit und Qualität von Wäldern garantieren? Diese und viele weitere Fragen weisen deutlich darauf hin, dass in diesem Zustand der Unsicherheit Vorsorge getroffen werden muss, einerseits um die Existenz der Wälder, andererseits um die Bereitstellung des Rohstoffes Holz in Zukunft grundsätzlich sicherzustellen.

3. Aufgaben und Besonderheiten der Forstpflanzenzüchtung

Die naturwissenschaftliche Disziplin Forstgenetik beschäftigt sich mit der Vererbung und Ausprägung von Merkmalen sowie mit den Ursachen und Wirkungen ihrer Variation bei Waldbäumen (MUHS 1986). Die Forstgenetik beschreibt die genetischen Ressourcen von Waldbaumarten in ihrer Vielfalt und Unterschiedlichkeit und weist Veränderungen durch direkte und indirekte Methoden nach. Die Forstpflanzenzüchtung nutzt die Variation genetischer Ressourcen auf der Grundlage von forstgenetischen Erkenntnissen zur Entwicklung und Bereitstellung von Vermehrungsgut mit beschriebenen Eigenschaften. Die Forstpflanzen-

züchtung bedient sich dabei verschiedener Methoden zur Auslese und Neukombination genetischer Informationen sowie zur Weitervermehrung von züchterisch bearbeiteten genetischen Ressourcen. Die Variation von Merkmalen wird durch die Verschiedenheit der Erbanlagen und durch Einflüsse der Umweltfaktoren in unterschiedlichem Ausmaß verursacht. Beide Variationsursachen sind für die Forstgenetik wie für die Forstpflanzenzüchtung von gleichem Interesse. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung bedingen sich gegenseitig und sind somit als Einheit zu betrachten. Wenn nachfolgend der Begriff Forstpflanzenzüchtung verwendet wird, wird darunter die Gesamtheit der beiden Disziplinen Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung verstanden.

Das Ziel der Forstpflanzenzüchtung ist es, Waldbäume in ihren Erbanlagen den vielfältigen, ständig steigenden Bedürfnissen und forstlichen Wertvorstellungen des Menschen entsprechend zu beeinflussen. Die Verbesserung der Wuchsleistung, der Holzqualität sowie der Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen und biotischen Schäden sind dabei gleichrangige Unterziele (WEISGERBER 1983).

Eine wesentliche Grundlage zur Erreichung dieser Ziele bildet zunächst die umfassende Beschreibung von genetischen Ressourcen mit einem breiten Methodenkatalog in phänotypischer und genotypischer Hinsicht. Um die hinlänglich bekannten negativen Auswirkungen von Züchtungsarbeiten auf die genetische Vielfalt zu vermeiden, kommt der Erhaltung von genetischen Ressourcen ein sehr hoher Stellenwert zu. Unabhängig davon bietet nur die umfassende Erhaltung eines breiten Spektrums von Arten und Populationen eine geeignete Ausgangsbasis, um auf sich verändernde Rahmenbedingungen und die sich daraus ergebenden Anforderungen reagieren zu können: Sei es durch die Weitervermehrung von erhaltenen Ressourcen oder sei es durch eine intensivere züchterische Bearbeitung.

Die Beschreibung und die Erhaltung forstgenetischer Ressourcen liefern die Voraussetzungen für ihre zielorientierte Nutzung. Aus den vorhandenen und bekannten Ressourcen erfolgt die Entwicklung und die Bereitstellung von Vermehrungsgut für die Erst- und Wiederaufforstung, den Waldumbau sowie für alternative Landnutzungsformen. Dieses ist in seinen Eigenschaften beschrieben und, wenn möglich, verbessert.

Die gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Erarbeitung von Entscheidungshilfen für Forstverwaltung und Forstbetriebe sowie als Grundlage für die Beratung und Förderung von Waldbesitzern.

Schließlich dienen alle geschilderten Arbeiten auch der Erweiterung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes.

Die züchterischen Aktivitäten sind an mehreren Zielen ausgerichtet, die gleichrangig betrachtet werden, aber in Abhängigkeit von dem Gegenstand der Bearbeitung von unterschiedlicher Gewichtung sein können. Im Falle der Bearbeitung von Baumarten, die überwiegend der Produktion von Massensortimenten dienen, wird dem Ziel Verbesserung der Wuchsleistung ein anderer Stellenwert beigemessen als bei Baumarten, die Qualitätsholz produzieren. Andererseits kommt im Falle von Baumarten, die im Kurzumtrieb für die Biomasseproduktion angebaut werden, dem Ziel Holzqualität wiederum eine andere Bedeutung zu. Die Frage der Anpassungsfähigkeit ist bei Baumarten, die eine Produktionszeit von mehreren hundert Jahren haben, anders zu beurteilen als bei Baumarten, die ausschließlich im Kurzumtrieb bis zu fünf Jahren angebaut werden.

Auf Grund der langen Generationsdauer sowie der langen Produktionszeiträume ist Forstpflanzenzüchtung ein langfristig angelegtes Vorhaben. Unter mitteleuropäischen Verhältnissen ist unter sehr günstigen Voraussetzungen mit einer Dauer von 10 bis 15

Jahren bis zur vertriebsfähigen Entwicklung von Züchtungsprodukten zu rechnen, in ungünstigeren Fällen mit 30 bis 40 Jahren. Eine besondere Herausforderung für die Konzeption von Züchtungsprogrammen ist die Tatsache, dass sich im Laufe dieser Zeit forstpolitische und gesellschaftliche Vorgaben und Wertvorstellungen wesentlich verändern können.

Waldbäume sind im Vergleich zu anderen Lebensformen genetisch äußerst komplex aufgebaut. Die vorhandene genetische Vielfalt bietet einerseits eine Vielzahl von Ansatzpunkten für eine zielorientierte Auslese. Andererseits kann sich diese Vielfalt als problematisch für eine weitergehende züchterische Bearbeitung erweisen z. B. durch die Koppelung gewünschter mit ungewünschten Eigenschaften (z. B. Wüchsigkeit kombiniert mit Schlängelwuchs bei Japanischer Lärche) oder das verstärkte Auftreten ungewünschter Eigenschaften in züchterisch bearbeiteten Nachkommenschaften (z. B. überdurchschnittliche Steilastbildung bei Hybriden zwischen Douglasien der Varietät „*viridis*“ und der Varietät „*glauca*“).

Eine weitere Herausforderung für die Forstpflanzenzüchtung ist die Frage der wirtschaftlichen Weitervermehrung von Zuchtprodukten. Der generativen Weitervermehrung sind dabei entweder durch die Einkreuzung unerwünschter Eigenschaften bei freier Abblüte oder durch die beim Aufbau und dem Betrieb von Samenplantagen und bei der Durchführung von Reproduktionskreuzungen anfallenden Kosten zum Teil enge Grenzen gesetzt.

Die vegetative Vermehrung stößt in Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Baumart auf Grenzen, die durch unterschiedliche Faktoren verursacht sind. Hierzu zählen zum Beispiel Topophysis-Effekte, Alterseffekte oder klonspezifische Unterschiede in der Vermehrungseignung, die nicht immer mit der erzielten Verbesserung anderer Eigenschaften korreliert.

4. Beiträge für gesunde und leistungsfähige Wälder

Um die Frage nach dem ökologischen und wirtschaftlichen Nutzen der Aufwendungen für Programme der Forstpflanzenzüchtung beantworten zu können, erscheint ein Vergleich zwischen den genannten Zielen und den bereits erbrachten Beiträgen für den Aufbau und die Bewirtschaftung gesunder und leistungsfähiger Wälder angebracht.

4.1 Erhaltung und Förderung forstlicher Genressourcen

Eine grundsätzliche Herausforderung der züchterischen Bearbeitung von Baumarten waren und sind die lange Generationenfolge und die im Vergleich zur Landwirtschaft sehr langen Prüfzeiträume. Das Ausgangsmaterial für jeden Züchtungsschritt ist daher mindestens solange zu erhalten, bis eine Entscheidung über die Eignung oder Nichteignung einer Ressource gefallen ist. Bereits sehr früh warnten Vertreter der Forstpflanzenzüchtung vor einer willkürlichen Einschränkung des Bestandes an genetischen Informationen und mahnten im Gegenteil die Erhaltung der „Formen- und Eigenschaftsfülle der Gesamtpopulationen“ an (ROHMEDER, SCHÖNBACH 1959). Bis zur Entwicklung eines länderübergreifenden Programms zur Erhaltung forstlicher Genressourcen Ende der 1980er Jahre erfolgte die Erfassung und Erhaltung von Genressourcen in erster Linie im Rahmen von Programmen der Forstpflanzenzüchtung (u.a. KLEINSCHMIT 1985, BRAUN, KOHLSTOCK 1990, WEISGERBER 1990a).

Unter dem Eindruck der zunehmenden Waldschäden durch Schadstoffeinträge und der daraus resultierenden Gefährdungen für die genetischen Ressourcen der Wälder begannen Mitte der 1980er Jahre in beiden deutschen Staaten Überlegungen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen (PAUL et al. 2000). In der Bundesrepublik Deutschland entstand in Folge einer Bundesratsinitiative zum Schutze der Wälder 1987 ein Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen

(ANONYMUS 1989). Bei der Umsetzung dieses Konzeptes konnte dabei vielfach auf bewährte Verfahren und Methoden der Forstpflanzenzüchtung wie vegetative Vermehrungsarten, Anlage von Samenplantagen und Klonsammlungen oder die Einlagerung von Saatgut, Pollen und Pflanzenteilen unter kontrollierten Bedingungen zurückgegriffen werden.

Das Konzept wurde ca. zehn Jahre nach seiner Erstellung einer kritischen Überprüfung unterzogen. Im Mittelpunkt stand die Frage, ob die Zielstellung des Konzeptes noch Problem bezogen ist und ob die erreichten Arbeitsfortschritte eine Verwirklichung der Zielvorstellungen nach den Planungsvorgaben erwarten lassen (WEISGERBER 1998). Mit dieser Vorgabe und der Maßgabe, Prioritäten bei der Durchführung der Maßnahmen vorzuschlagen, erfolgte bis zum Jahr 2000 eine grundlegende Überarbeitung des Konzeptes. Im Anhalt an die Übereinkunft über die biologische Vielfalt wurde das Konzept um den Aspekt der nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen erweitert (PAUL et al. 2000).

Ende 2004 befanden sich bundesweit 11 Nadelbaumarten und 38 Laubbaumarten in Bearbeitung. In Abhängigkeit von regionalen Schwerpunkten entstand bei den forstlichen Hauptbaumarten Rotbuche, Stiel- und Traubeneiche sowie Gemeine Fichte und Gemeine Kiefer ein Netz von ca. 1.800 In-situ-Generhaltungsbeständen mit einer Gesamtfläche von ca. 9.900 ha (ANONYMUS 2006b). Die Ausweisung dieser Bestände im Rahmen der Waldfunktionenkartierung als Wald mit besonderer Generhaltungsfunktion, wie zum Beispiel im Freistaat Sachsen praktiziert, bietet die Gewähr einer an den Erhaltungszielen orientierten Bewirtschaftung dieser Bestände (WOLF 2000).

Ein zweiter Schwerpunkt der Maßnahmen war und ist die Erfassung und Erhaltung von konkurrenzschwachen, seltenen Baumarten sowie von Baumarten, die auf Grund unter-

schiedlicher Ursachen besonders in ihrem Bestand gefährdet sind.

Hierzu gehören zum einem die Wildobstarten Apfel, Birne und Vogelkirsche, die Sorbus-Arten und die Eibe. Als besonders gefährdete Baumarten gelten zum anderen die Schwarzpappel, die Berg- und Feldulme sowie regional die Weißtanne (ANONYMUS 2006b).

Bis Ende 2004 konnten im gesamten Bundesgebiet ca. 6.100 Wildobst-Exemplare sowie ca. 3.900 Individuen der Sorbus-Arten in den Wäldern erfasst, identifiziert und als In-situ-Generhaltungsobjekte ausgewiesen werden (ANONYMUS 2006b). Bei den Wildobstarten konnten ca. 45 %, bei den Sorbus-Arten ca. 33 % der in situ erfassten Individuen in Erhaltungs-Samenplantagen zusammengeführt bzw. in Klonsammlungen ex situ erhalten werden (ANONYMUS 2006b). Ähnlich umfangreiche Erhaltungsmaßnahmen konnten bei der Schwarzpappel, bei den Ulmenarten sowie bei der Eibe und regional bei der Weißtanne durchgeführt werden (ANONYMUS 2006b). Allerdings erfolgte die Durchführung der Maßnahmen in Abhängigkeit von den forstpolitischen Vorgaben und finanziellen Möglichkeiten nicht in jedem Bundesland mit der gleichen Intensität (ANONYMUS 2006b).

Die Maßnahmen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen erwiesen sich bis in die Gegenwart als Kristallisationspunkt für die Entwicklung und Anwendung von morphologischen, physiologischen und biochemisch-genetischen Methoden. Vor allem die zuletzt genannten Methoden sind für die Evaluierung von Genressourcen und ihrer Veränderungen von entscheidender Bedeutung und werden zunehmend routinemäßig eingesetzt. Dies zeigen zum Beispiel Studien, die sich mit den Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen auf die genetische Struktur von Beständen beschäftigten (u. a. HOSIUS 1993, KONNERT, SPIECKER 1996, WOLF 1999, 2001a, JANSSEN, NOWACK 2001, KÄTZEL *et al.* 2001, KONNERT, BAUER

2001, ZIEHE, MÜLLER-STARCK 2001, SCHÜTE, RUMPF 2003).

Mit dem Ziel, die Entwicklung der genetischen Vielfalt zu beobachten und zu kontrollieren, erarbeitete die Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ 2005 ein „Konzept zum genetischen Monitoring für Waldbaumarten in der Bundesrepublik Deutschland“. Zur Zeit wird im Rahmen von zwei durch die Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft geförderten Forschungsaufträgen am Beispiel der Baumarten Rotbuche und Vogelkirsche geprüft, ob das Konzept für diese Baumarten umgesetzt werden kann.

Die Erhaltung von forstgenetischen Ressourcen wird in Deutschland seit ca. 20 Jahren im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten äußerst erfolgreich durchgeführt. Das Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstgenetischer Ressourcen stellt dabei eine unentbehrliche Orientierungs- und Handlungsgrundlage dar. Die beteiligten Institutionen des Bundes und der Länder leisten mit den geschilderten Maßnahmen einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt, zu der sich die Bundesrepublik Deutschland mit dem Beitritt zu dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt völkerrechtlich verbindlich verpflichtet hat.

4.2 Verbesserung der Anbausicherheit

Die Wahl der für einen bestimmten Standort geeigneten Baumart ist eine wesentliche Voraussetzung für die Stabilität, Gesundheit und Produktivität von Wäldern. Allerdings bestehen innerhalb der Arten vielfach erhebliche Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit, Gesundheit, Qualität und Leistungsfähigkeit, die auf genetische Unterschiede zurückzuführen sind. Die schlechten Erfahrungen der Forstwirtschaft mit den Folgen des Anbaus von Vermehrungsgut, das für einen gegebenen Standort nicht geeignet ist, sind vielfältig. Diese reichen von Totalausfall über massive Schäden durch biotische und abiotische Faktoren bis zu wirtschaftli-

chen Verlusten durch unterdurchschnittliches Wachstum, Qualität und Widerstandsfähigkeit (ROHMEDER 1972).

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts und verstärkt seit Beginn des 20. Jahrhunderts werden Untersuchungen zur genetisch bedingten Variation von Waldbäumen in Herkunftsversuchen durchgeführt (ROHMEDER 1972). Vor allem in den letzten Jahrzehnten ist es gelungen, mit Hilfe von nationalen und internationalen Herkunftsversuchen den Kenntnisstand bei einer Vielzahl von Baumarten zu erweitern und zu präzisieren (WEISGERBER 1990b). Ergänzt werden die langjährigen Feldversuche durch unterschiedlichste Untersuchungen zur Morphologie, Phänologie, Ökophysiologie, Resistenz und Genetik einer Vielzahl von Herkünften, wie zum Beispiel die Arbeiten zur Weißtanne zeigen (zusammenfassende Darstellung in WOLF 1994). Diese und andere Untersuchungen mit einer Reihe von Baumarten zeigen sehr deutlich, wie entscheidend Kenntnisse über genetisch bedingte Unterschiede innerhalb einer Art für den Erfolg bzw. Misserfolg bei dem Anbau dieser Art sein können.

Eine besondere Stellung nehmen dabei Merkmale ein, die eine direkte Anpassungsrelevanz besitzen (KLEINSCHMIT *et al.* 1996). Hierzu gehören vor allem die Merkmale Austrieb, Triebabschluss und Resistenz gegenüber biotischen Schadfaktoren wie die Beispiele Gemeine Fichte (HOLZER 1988, FRANKE, KONNERT 1990, WEISGERBER 1990b) oder Douglasie (STEPHAN 1973, LIESEBACH, STEPHAN 1995, WOLF *et al.* 2002) belegen.

Die Ergebnisse der Herkunftsforschung sind eine wesentliche Grundlage für die Erstellung von regional differenzierten Empfehlungen der Bundesländer für die Verwendung von Forstvermehrungsgut. Die Herkunftsempfehlungen bieten einerseits dem Waldbesitzer wichtige Informationen, um die Risiken bei der Waldverjüngung bzw. bei der Erstaufforstung durch die Verwendung von standörtlich geeigneten Herkünften

zu verringern. Andererseits dienen die Herkunftsempfehlungen auch der Forstsamen- und Forstpflanzenbranche als Produzent und Anbieter von Forstvermehrungsgut als Hilfe bei der Entscheidung, welches Vermehrungsgut dem Kunden zur Verfügung gestellt werden soll.

Neben der Wahl der geeigneten Herkunft für einen gegebenen Standort spielt die Frage der Identitätssicherung von forstlichem Vermehrungsgut für die Anbausicherheit eine ebenso entscheidende Rolle. Wie die Erfahrungen der Vergangenheit zeigen, bieten gesetzliche Regelungen und hoheitliche Kontrollen alleine keine Gewähr, dass kein ungeeignetes Vermehrungsgut unbekannter oder zweifelhafter Herkunft auf den Markt gelangen kann (KONNERT, HUSSENDÖRFER 2002). Mit der Einführung biochemisch-genetischer Methoden seit Beginn der 1970er Jahre sowie molekular-genetischer Methoden seit Mitte der 1990er Jahre stehen inzwischen Werkzeuge zur Verfügung, die bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen eine Kontrolle der Identität von Forstvermehrungsgut mit zweifelhaftem Hintergrund ermöglichen. In Süddeutschland wurde inzwischen im Rahmen einer intensiven Zusammenarbeit zwischen der Erzeugergemeinschaft für Qualitätsforstpflanzen Süddeutschland und den Forstverwaltungen der Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern ein Verfahren zur Herkunftssicherung durch Referenzproben entwickelt und eingeführt (ENCKE 2002, KONNERT, HUSSENDÖRFER 2002).

Die genannten Beispiele zeigen sehr eindrucksvoll, wie durch die Kombination unterschiedlichster wissenschaftlicher Disziplinen und Methoden die Anbausicherheit verbessert und damit das Anbaurisiko für den Waldbesitzer vermindert werden kann.

4.3 Verbesserung von Leistungsfähigkeit, Qualität und Widerstandsfähigkeit

Neben der Erhaltung forstlicher Genressourcen sowie der Erforschung der Variationsmuster von Herkünften und deren Ursachen ist die Verbesserung der Leistungsfähigkeit, Qualität und Widerstandsfähigkeit ein wesentliches Ziel der Forstpflanzenzüchtung (WEISGERBER 1983). Besondere Bedeutung hatten und haben hierbei die Auslese von Individuen und Populationen nach forstlichen Wertvorstellungen sowie die Neukombination von Merkmalen durch die Kreuzung von Individuen. Im Sinne des Übereinkommens über die biologische Vielfalt stellen diese Arbeiten der Forstpflanzenzüchtung eine Nutzung genetischer Ressourcen dar. Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Verbesserung von Eigenschaften durch Forstpflanzenzüchtung an mehreren Beispielen verdeutlicht.

Die Auslesezüchtung, die Hybridzüchtung und die Kombination beider Verfahren haben zusammen mit vegetativen Vermehrungsverfahren bei der Gattung Pappel ein frühes Anwendungsfeld gefunden. Vor allem mit den Pappelarten der Sektionen *Aigeiros*, *Tacamahca* und *Leuce* konnten wesentliche Verbesserungen in der Wuchsleistung, Qualität und der Widerstandsfähigkeit bei den gezüchteten Pappelsorten erzielt werden. Hierzu gehören Merkmale wie Wüchsigkeit, Biomasseproduktion, Astigkeit, Rindenanteil oder Widerstandsfähigkeit gegen den Befall mit Pappelrost oder der Triebspitzenkrankheit (u. a. FRÖHLICH, GROSSCURTH 1973, WEISGERBER 1983). Konterkariert wurden die deutlichen Verbesserungen der Pappelsorten gegenüber unbefruchteten Wildpopulationen durch den großflächigen, z. T. monoklonalen Anbau besonders bevorzugter Klone wie „Robusta“ oder „I 214“ und dem dadurch geförderten epidemischen Auftreten von Pilzkrankungen (WEISGERBER 1990b). Diese Erfahrungen, der Wandel der waldbaulichen Strategien sowie der unbefriedi-

gende Absatz von Pappelholz führten zu einem erheblichen Rückgang der Nachfrage nach entsprechendem Vermehrungsgut bis Mitte der 1990er Jahre. Dies ließ sowohl das Vorhalten entsprechender Produktionskapazitäten in den Baumschulbetrieben als auch die Züchtung neuer Klone unwirtschaftlich erscheinen (WOLF, BÖHNISCH 2004). Die Konsequenzen aus dieser Entwicklung zum Beispiel für die Anlage von Pappelplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen zur Produktion von Biomasse für die energetische und stoffliche Nutzung werden in diesem Tagungsband an anderen Orten beschrieben (WOLF 2006).

Im Zusammenhang mit dem zunehmenden Auftreten von Waldschäden durch Luftschadstoffe in den 1960er und 1970er Jahren rückte die Immissionsresistenz-Züchtung vor allem bei der Baumart Fichte in beiden deutschen Staaten in den Mittelpunkt des Interesses (TZSCHACKSCH 1981, KLEINSCHMIT 1983, VON SCHÖNBORN 1983, SCHOLZ 1983). Grundlage der Arbeiten war die in verschiedenen Untersuchungen nachgewiesene genetische Bedingtheit der SO₂-Resistenz (ROHMEDER, VON SCHÖNBORN 1965, TZSCHACKSCH, WEISS 1972, KARNOSKY 1977, TZSCHACKSCH 1982). Die Ergebnisse der Arbeiten zur Verbesserung der Immissionsresistenz werden nachfolgend am Beispiel der Fichtenzüchtung in der DDR skizzenhaft dargestellt.

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm der DDR zur Minderung der Immissionsschäden in den Mittelgebirgen sah neben dem Anbau von Baumarten mit hoher SO₂-Toleranz die Züchtung von Fichten vor, die eine erhöhte Toleranz gegenüber SO₂-Immissionen und Frost aufweisen sollten.

Innerhalb von 15 Jahren erfolgte die Auslese von ca. 1.500 vitalen, als feldresistent bezeichneten Fichten-Klonen in den sehr stark mit SO₂-Immissionen belasteten Mittelgebirgsregionen der DDR sowie den angrenzenden Gebirgen in Polen und der heutigen Tschechischen Republik. Davon wurden ca.

500 über die Bewurzelung von Stecklingen vermehrten Klone in einer Reihe von Versuchen zur Prüfung ihrer Vitalität, Wachstum, Toleranz und Wuchsform auf SO₂-belasteten Standorten ausgepflanzt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen nach bis zu sieben Wuchsjahren weisen auf signifikante Unterschiede in der SO₂-Toleranz bei den untersuchten Klonen hin. Andererseits zeigen die über autovegetative Vermehrung von adultem Ausgangsmaterial erzeugten Pflanzen im Vergleich zu gleich alten Sämlingspflanzen keine befriedigenden Ergebnisse bei der Überlebensrate, dem Höhenwachstum und der Wuchsform (WOLF 2001b).

Diese Ergebnisse belegen das Dilemma der Überführung von Ergebnissen der SO₂-Resistenzzüchtung in die forstliche Praxis durch autovegetative Vermehrung. Eine sichere Ansprache der SO₂-Resistenz war nur an älteren Fichten vorzunehmen, die bereits eine Reihe von SO₂-Immissionsschadereignissen überstanden hatten. Eine autovegetative Vermehrung dieser älteren Fichten durch die Bewurzelung von Stecklingen ist aber auf Grund von Alterseffekten und unterschiedlicher klonspezifischer Eignung nur bedingt möglich, im wirtschaftlichen Maßstab unmöglich. Eine autovegetative Vermehrung von jungem Pflanzenmaterial, das sein Resistenzverhalten in Laborversuchen unter Beweis gestellt hat, war nur bedingt sinnvoll, da sich Laborergebnisse nicht notwendigerweise auf Freilandbedingungen übertragen lassen (SCHOLZ 1983). Praxisrelevante Aussagen sind daher auch in letztem Fall nur nach langjährigen Feldprüfversuchen zu erwarten (KLEINSCHMIT 1983, WEISER, SCHACHLER 1988).

Nach dem signifikanten Rückgang der SO₂-Belastung der Mittelgebirge bis zu Beginn des 21. Jahrhunderts standen alternative Wege zur Vermehrung von SO₂-toleranten Fichten, wie von WOLF (2001b) beschrieben, nicht mehr zur Debatte. Die im Zusammenhang mit den Arbeiten zur Züchtung von SO₂-toleranten Fichten erhal-

tenen Fichten (PAUL 1997) spielen zur Zeit eine zentrale Rolle bei Untersuchungen zur Eignung von Phytohormonen als Indikator für die Trockenstresstoleranz von Fichtenbeständen.

Ein erfolgreiches Beispiel für die Verbesserung von Eigenschaften stellt die Auslese und mikrovegetative Vermehrung von insgesamt 41 Vogelkirschen-Klonen in Hessen und Niedersachsen dar. Nach erfolgreichem Abschluss des Zulassungsverfahrens stehen dem Markt unter dem Markennamen SilvASELECT Vogelkirschen-Klone zur Verfügung, die sich gegenüber handelsüblichem Vermehrungsgut durch überdurchschnittliche Wüchsigkeit, Wuchsform und Anwuchserfolg auszeichnen (GEBHARDT, BOHNENS 2002, s. a. www.silvaselect.de).

Ein weiteres erfolgreiches Kapitel der Auslesezüchtung ist die seit den 1950er Jahren durchgeführte Auslese von phänotypisch herausragenden Bäumen (Plusbäume), deren Vermehrung durch Pfropfung und die Begründung von Plusbaum-Samenplantagen. Diese Samenplantagen, die als Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Vermehrungsgut der Kategorie „Qualifiziert“ zugelassen werden, bieten neben der bekannten Identität jeden Klons eine Auswahl der phänotypisch besten Klone einer Region, eines Herkunftsgebietes oder eines Wuchsbezirkes. Wie bereits eine Reihe von Vergleichsprüfungen gezeigt hat, erweist sich dabei Vermehrungsgut, das von Samenplantagen abstammt, vielfach vor allem bei den Stammform-Eigenschaften Vermehrungsgut der Kategorie „Ausgewählt“ überlegen (RAU 1998c).

Der Gefahr einer Einengung der genetischen Vielfalt kann durch die Berücksichtigung einer ausreichenden Anzahl von Klonen, eines die Fremdbestäubung fördernden Samenplantagen-Designs sowie durch die Beachtung von Erntegrundsätzen entgegen gewirkt werden (s. a. BERGMANN, RUETZ 1991).

Für eine Reihe von Baumarten wie Europäische Lärche, Stiel- und Traubeneiche, Gemeine Kiefer oder Schwarzerle erfolgte nach Vergleichsprüfungen in den vergangenen Jahren die Zulassung von Beständen und Samenplantagen als Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“ (u. a. GROTEHUSMANN 1998, RAU 1998b, c, KLEINSCHMIT 2000).

Auch mithilfe der Kreuzungszüchtung ist eine signifikante Verbesserung von Eigenschaften bei gleichzeitiger Stabilität der Nachkommenschaften möglich. So verfügen Nachkommen von zwischenartlichen Kreuzungen zwischen der Europäischen und der Japanischen Lärche vielfach über eine höhere Standortstoleranz als die Europäische Lärche. Wie ältere Versuchsanbauten auf sehr unterschiedlichen Standorten in Sachsen zeigen, erreichen Hybridlärchen auch über längere Wuchszeiträume im Vergleich zu den reinen Elternarten bessere Wachstumsleistungen bei guten bis sehr guten Schaftformen sowie bei höherer Resistenz gegenüber verschiedenen abiotischen und biotischen Schadfaktoren (HERING, BRAUN 1990, 1992, HERING, HAASEMANN 1996).

Ein anderes Beispiel sind die seit Beginn der 1960er Jahre durchgeführten innerartlichen Kreuzungen zwischen den Douglasienvarietäten „viridis“ und „glauca“, um eine frostharte und wüchsige Douglasie herzustellen. Im Ergebnis der jahrzehntelangen Arbeiten sind Kreuzungsnachkommenschaften mit ökophysiologischen Eigenschaften entstanden, die dem Zuchtziel entsprechen (u. a. SCHÖNBACH, BELLMANN 1967, BRAUN, SCHMIEDEL 1985, BRAUN 1999). Mehrere Kombinationen zwischen Elternbäumen der Varietäten „viridis“ und „glauca“ zeigen sowohl auf älteren als auch auf jüngeren Versuchsflächen signifikant überlegene Wachstumswerte, geringere Mortalität sowie eine überdurchschnittliche Frostresistenz bei durchschnittlicher Schaftform und Schütterresistenz. Die Elternbäume dieser Nachkommenschaften sowie diejenigen von verschiedenen Hybridlärchen-

Nachkommenschaften wurden im Laufe der letzten Jahre als Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Geprüftem Vermehrungsgut zugelassen.

Der nachgewiesenen Überlegenheit von Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“ steht bis zum heutigen Tage vielfach die Zurückhaltung des Käufers entgegen (RAU 1998a, PEIN 2006). Trotz zahlreicher Publikationen und trotz der Listung von geprüftem Vermehrungsgut in den jeweiligen Herkunftsempfehlungen der Länder sind anscheinend viele Waldbesitzer nicht bereit, Vermehrungsgut zu verwenden, das überlegene Leistungen aufweist.

5. Forstpflanzenzüchtung als Investition in eine zukunftsorientierte und funktionsgerechte Forstwirtschaft

Eine Investition stellt im Allgemeinen eine Verwendung von finanziellen Mitteln dar, die heute in der Hoffnung aufgebracht werden, dass in der Zukunft höhere Geldrückflüsse erfolgen (WÖHE 1996). Abgesehen von dieser betriebswirtschaftlichen Sichtweise stellen Aufwendungen, die heute zur Sicherstellung der Existenzgrundlagen sowie der Daseinsvorsorge erbracht werden, ebenfalls eine Investition in die Zukunft dar, ohne dass der Erfolg der Investitionen in konkreten Geldrückflüssen gemessen werden kann.

Die prognostizierte Klimaänderung sowie der zunehmende Druck auf Holz als Rohstoff auf Grund der Erschöpfung von Ressourcen im globalen Maßstab wird für die Forstwirtschaft in Deutschland wie in Europa erhebliche Konsequenzen haben.

Bei der Bewältigung dieser Folgen kann die Forstpflanzenzüchtung eine Schlüsselrolle einnehmen, da nur sie in der Lage ist, Erträge von Waldbäumen ohne Erweiterung der Anbaufläche und ohne zusätzliche Energiezufuhr zum Beispiel in Form von Düngung zu steigern. Zum anderen tragen die Maß-

nahmen zur Erhaltung der Artenvielfalt sowie zur Erhaltung und Förderung der Vielfalt innerhalb der Arten wesentlich zur Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen an sich verändernde Umweltbedingungen bei. Durch eine Intensivierung der Herkunftsforschung kann mit den Methoden und Verfahren der Forstpflanzenzüchtung die Reaktions- und Anpassungsfähigkeit von heimischen wie nichtheimischen Baumarten erfasst werden als Grundlage für den Aufbau von stabilen und leistungsfähigen Wäldern in Zeiten des Klimawandels.

Der einzelne Waldbesitzer kann im Laufe eines Bestandeslebens nur bei der Verjüngung des Bestandes durch die gezielte Auswahl von Forstvermehrungsgut entscheidend Einfluss auf die zukünftige Leistungs- und Widerstandsfähigkeit sowie auf die Qualität des Produktes nehmen. Die Steigerung des Ertrages durch verbesserte Wuchsleistungen und Qualitätsmerkmale sowie die Verringerung der Kosten durch eine verbesserte Widerstandsfähigkeit erschließt dem Waldbesitzer bei Verwendung von verbessertem Vermehrungsgut ein erhebliches Wertschöpfungspotential bezogen auf den Lebenszyklus der Produktion ohne eine Ausweitung der Produktionsfläche.

Im Zusammenhang mit der Diskussion über die fiskalische Optimierung öffentlicher Institutionen erscheinen folgende Hinweise angebracht. Züchtungsprogramme sind bis zur Gegenwart Kristallisationspunkte für die Einwerbung von Drittmitteln der unterschiedlichsten Geldgeber. Neben der Züchtung von in ihren Eigenschaften verbesserten Waldbäumen mit einer in der Regel standörtlich begrenzten Bedeutung kommt dagegen der praxisreifen Entwicklung von Verfahren und Techniken eine große überregionale Bedeutung zu, die sich auch durch den Verkauf von Patenten und Lizenzen amortisieren kann. Auf Grund der selbst im Vergleich zu langlebigen Investitionsgütern zum Teil deutlich längeren Entwicklungszeiträume werden diese Investitionen von privaten Firmen auf Grund der zur Zeit bestehenden

Regelungen auf dem Kapitalmarkt (Stichworte Risikokapital, Eigenkapitalausstattung, zu erwartende Rendite des Vorhabens) nicht zu leisten sein. Letztlich stellt die Vermittlung von Wissen in Aus- und Fortbildung einen Markt der Zukunft dar, der nur bei einem entsprechend hohem Niveau von Wissenschaft und Technik erschlossen werden kann.

Der Erfolg von Programmen der Forstpflanzenzüchtung wird in Zeiten knapper Haushaltsmittel zunehmend an einem effizienten Einsatz von finanziellen Mitteln und Personal gemessen werden. Dazu kann eine Bildung von Schwerpunkten beitragen. Allerdings sollte eine zu einseitige Schwerpunktbildung zum Beispiel auf einige wenige Baumarten oder auf wenige Verfahren vermieden werden. Eine weitere Maßnahme für einen effizienten Mitteleinsatz stellt eine transparente und nachvollziehbare Planung der Programme auf Projektbasis dar. Die Projekte sollten einen entsprechenden Nachweis über die eingebrachten Sach- und Personalmittel sowie klar abgrenzbare Entwicklungsschritte und Erfolgsindikatoren enthalten. Die Arbeiten der verschiedenen Länderinstitutionen können noch intensiver als bisher koordiniert werden bis hin zu einer arbeitsteiligen Vorgehensweise. Aufnahmemethoden und Auswerteverfahren sollten so weit wie möglich standardisiert werden.

Für die Zukunft erscheint auch ein Überdenken der Kompetenzen und Zuständigkeiten in der Forstwirtschaft erforderlich. So ist die Bundesrepublik Deutschland eine Reihe von völkerrechtlich verbindlichen Abkommen eingegangen, deren Umsetzung allerdings Ländersache ist. Wie das Beispiel der Erhaltung forstlicher Genressourcen zeigt, wird die Umsetzung zunehmend von der Haushaltslage der jeweiligen Länder abhängig gemacht.

Ein wesentliches Kriterium für den nachhaltigen Erfolg von Programmen der Forstpflanzenzüchtung ist jedoch eine hinreichende Planungssicherheit sowohl in personeller und finanzieller, aber auch in

struktureller Hinsicht. Nichts ist für langfristig durchzuführende Entwicklungsarbeiten kontraproduktiver als permanente Veränderungsprozesse und Strukturänderungen.

Eine wichtige Rolle für die Zukunft der Forstpflanzenzüchtung wird die Kommunikation mit dem Finanzmittelgeber und dem potentiellen Kundenkreis sowie das Marketing von Produkten spielen. Denn nur wenn es gelingt, die Finanzmittelgeber von der Notwendigkeit der Vorhaben zu überzeugen, werden ausreichende finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt.

Andererseits stellen die Aufwendungen für die Forstpflanzenzüchtung nur dann eine Investition in die Zukunft dar, wenn es langfristig gelingt, den Kunden, sprich den Waldbesitzer von der Qualität der Züchtungsprodukte und ihrer Möglichkeiten zu überzeugen.

6. Schlussbemerkung

Es ist eine der Widersprüchlichkeiten unserer Zeit, dass einerseits erhebliche Steuermittel in die Förderung von Biotechnologie und Gentechnik als sogenannte Zukunftstechnologien in eine Vielzahl von Wirtschaftsbereichen investiert werden. Andererseits werden aber diejenigen staatlichen Einrichtungen, die in der Lage sind, diese Zukunftsfelder zum Nutzen des Wald-Holz-Clusters zu bearbeiten, vielfach undifferenziert den allgemein üblichen Sach- und Sparzwängen für öffentliche Verwaltungen unterworfen. Wenn die Aussagen über die Zukunftsfähigkeit des Rohstoffes Holz und die Befürchtungen über die Folgen des Klimawandels ernst gemeint sind, ist es an der Zeit, die Institutionen für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, in welcher Rechtsform auch immer, finanziell und personell so auszustatten, dass sie ihren Aufgaben zum Nutzen des Gemeinwohls weiterhin nachkommen können.

Die Erhaltung, Beschreibung und züchterische Bearbeitung der genetischen Ressourcen von Waldbaumarten ist eine strategische Aufgabe für die Daseinsvorsorge und die Absicherung der Rohstoffversorgung in Deutschland. Die Aufwendungen für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung sind somit kein beliebiger Kostenfaktor, sondern stellen im Sinne einer nachhaltigen Verbesserung der Wertschöpfung in der Forstwirtschaft eine Investition dar in die zukünftige Stabilität und Leistungsfähigkeit der Wälder zum Nutzen des gesamten Wald-Holz-Clusters.

7. Literatur

ANONYMUS (1989): Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. *Forst und Holz* 44: 379-404.

ANONYMUS (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI². Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Berlin, 87 Seiten.

ANONYMUS (2006a): Bericht über den Zustand des Waldes 2005. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin, 67 Seiten.

ANONYMUS (2006b): Tätigkeitsbericht 2001 – 2004 der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“. www.genres.de.

BERGMANN, F., RUETZ, W. (1991): Isozyme genetic variation and heterozygosity in random tree samples and selected orchard clones from the same Norway spruce populations. *Forest Ecology and Management* 46: 39-47.

BRAUN, H. (1999): Douglas-fir breeding in Saxony. *Silvae Genetica* 48: 69-77.

BRAUN, H., SCHMIEDEL, H. (1985): Ergebnisse der Anbauprüfung intraspezifischer Douglasienhybriden unter besonderer Berücksichtigung der Frostresistenz. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 19, 69-73.

BRAUN, H., KOHLSTOCK, N. (1990): Aufgaben und Ergebnisse der Forstpflanzenzüch-

tung speziell für die Immissionsschadgebiete der Mittelgebirge der DDR. *AFZ* 45: 868-873.

CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPER INDUSTRIES (CEPI), 2003: Future availability of wood – a CEPI study. The Confederation of European Paper Industries Newsletter, December 2003.

ENCKE, B.-G. (2002): ZüF-Verfahren verbessert die Herkunftssicherheit. *AFZ/Der Wald* 57: 1092-1094.

ENKE, W., KUECHLER, W., SOMMER, W. (2000): Klimaprognose für Sachsen – Zusammenfassender Bericht. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, 23 Seiten.

FRANKE, A., KONNERT, M. (1990): Nachkommenschaftsprüfung von Fichtenbeständen des Schwarzwaldes (Herkunftsgebiete 840 08 und 840 09). Kernforschungszentrum Karlsruhe, KfK-PEF 60, 97 Seiten.

FRÖHLICH, H. J., GROSSCURTH, W. (1973): Züchtung, Anbau und Leistung der Pappeln. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 267 Seiten.

GEBHARDT, K., BOHNENS, J. (2002): Wuchsleistungen mikrovermehrter hessischer Wildkirschen-Selektionen. *Forst und Holz* 57: 582-584.

GROTEHUSMANN, H. (1998): Geprüftes Vermehrungsgut aus Kiefern- und Erlen-Samenplantagen. *AFZ/Der Wald* 53: 240-242.

HERING, S., BRAUN, H. (1990): Hybridlärchenhochzuchtsorten für die Mittelgebirge der DDR. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 40, 174-176.

HERING, S., BRAUN, H. (1992): Some results of larch hybrid breeding at Graupa. In: WEISGERBER, H. (Hrsg.): Results and Future Trends in Larch Breeding on the Basis of Provenance Research. Proceedings, IUFRO Centennial Meeting of the Working Party S 2.02-07, 146-159.

HERING, S., HAASEMANN, W. (1996): Wuchsleistung von Hybridlärchen in Sachsen. *AFZ/Der Wald* 51, 619-621.

HOLZER, K. (1988): Die Vegetationszeitlänge bei Fichtensämlingen - Ihre Bedeutung und ihre Beeinflussbarkeit durch Umwelt-

faktoren. Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien 28, 73-86.

HOSIUS, B. (1993): Wird die genetische Struktur eines Fichtenbestandes von Durchforstungseingriffen beeinflusst? *Forst und Holz* 48: 306-308.

JANSSEN, A., NOWACK, S. (2001): Können Durchforstungen die genetische Struktur von Buchenbeständen beeinflussen? *AFZ/Der Wald* 56: 614-615.

KARNOSKY, D. F. (1977): Evidence for genetic control of response to sulfurdioxid and ozone in *Populus tremuloides*. *Can. J. For. Res.* 7: 437-440.

KÄTZEL, R., NORDT, B., SCHMITT, J. (2001): Untersuchungen zum Einfluss der Durchforstungsintensität auf die genetische Struktur von Kiefernbeständen in den Berliner Forsten auf der Grundlage von Isoenzym- und DNA-Markern. In: Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen. Sächsische Landesanstalt für Forsten Pirna, 159-170.

KLEINSCHMIT, J. (1983): Möglichkeiten der Züchtung resistenter Waldbäume für die immissionsbelasteten Flächen. *Der Forst- und Holzwirt* 38: 196-199.

KLEINSCHMIT, J. (1985): Arbeiten der Abteilung Forstpflanzenzüchtung der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt und Aufgaben zur Minderung der Immissionschäden. *Der Forst- und Holzwirt* 40: 439-446.

KLEINSCHMIT, J. (2000): Bestände und Samenplantagen von Stiel- und Traubeneiche. *AFZ/Der Wald* 55: 512-513.

KLEINSCHMIT, J., SVOLBA, J., KLEINSCHMIT, J.R.G. (1996): Variation anpassungsrelevanter, phänotypischer Merkmale. In: MÜLLER-STARCK, G. (Hrsg.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. ecomed verlagsgesellschaft, Landsberg, 38-59.

KONNERT, M., SPIECKER, H. (1996): Beeinflussen Nutzungen einzelner Bäume die genetische Struktur von Beständen? *AFZ/Der Wald* 51: 1284-1291.

KONNERT, M., BAUER, M. (2001): Auswirkungen von Durchforstungen auf die genetische Struktur von Beständen am Beispiel der Fichte (Jungdurchforstung) und der Buche (Altdurchforstung). In: Nachhaltige Nutzung

- forstgenetischer Ressourcen. Sächsische Landesanstalt für Forsten Pirna, 151-158.
- KONNERT, M., HUSSENDÖRFER, E. (2002): Herkunftssicherung bei forstlichem Vermehrungsgut durch Referenzproben. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 173: 97-104.
- LIESEBACH, M., STEPHAN, B.R. (1995): Growth Performance and Reaction to Biotic and Abiotic Factors of Douglas Fir Progenies (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO). *Silvae Genetica* 44: 303-311.
- MUHS, H.-J. (1986): Was kann die Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft beitragen? *AFZ* 41: 1269-1274.
- PAUL, M. (1997): Die Nutzung immissionsresistenter Fichten (*Picea abies* [L.] KARST.) für die forstliche Generhaltung. In: Forstpflanzenzüchtung für Immissions-schadgebiete. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten 13/97: 69-72.
- PAUL, M., HINRICHS, T., JANSSEN, A., SCHMIDT, H. P., SOPPA, B., STEPHAN, B. R., DÖRFLINGER, H. (2000): Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Sächsische Landesanstalt für Forsten, Pirna, 66 Seiten.
- PEIN, J. (2006): Verwendung von genetisch höherwertigem forstlichen Vermehrungsgut aus der Sicht eines Forstpflanzenproduzenten. In: BOHNENS, J., RAU, H.-M. (Hrsg.): Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor. 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom 20. bis 22. Oktober 2005 in Fulda. Hessen-Forst, Hann. Münden: 26 – 32.
- RAU, H.-M. (1998a): Geprüftes Vermehrungsgut. *AFZ/Der Wald* 53: 234.
- RAU, H.-M. (1998b): Samenplantagen mit Europäischer Lärche. *AFZ/Der Wald* 53: 235.
- RAU, H.-M. (1998c): Vermehrungsgut von Samenplantagen im Vergleich zu handelsüblichem Material. *AFZ/Der Wald* 53: 236-239.
- ROHMEDER, E. (1972): Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 273 Seiten.
- ROHMEDER, E., SCHÖNBACH, H. (1959): Genetik und Züchtung der Waldbäume. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 338 Seiten.
- ROHMEDER, E., VON SCHÖNBORN, A. (1965): Der Einfluß von Umwelt und Erbgut auf die Widerstandsfähigkeit der Waldbäume gegenüber Luftverunreinigung durch Industrieabgase. *Forstwirtschaftliches Centralblatt* 84: 1-13.
- SCHINDLER, J., ZITTEL, W. (2000): Fossile Energiereserven (nur Erdöl und Erdgas) und mögliche Versorgungsengpässe aus europäischer Perspektive. Bericht im Auftrag des Deutschen Bundestages, LB-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn, 97 Seiten.
- SCHÖNBACH, H., BELLMANN, E. (1967): Frostresistenz der Nachkommenschaften von Kreuzungen grüner und blauer Formen der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO). *Archiv für das Forstwesen* 16, 707-711.
- SCHOLZ, F. (1983): Kann Züchtung auf Immissionsresistenz zur Lösung des Problems „Waldsterben“ beitragen? *AFZ* 38, 281-283.
- SCHÜTE, G., RUMPF, H. (2003): Untersuchungen waldbaulicher Einflüsse auf die genetische Struktur naturverjüngter Buchenbestände (*Fagus sylvatica* L.). *Forstarchiv* 74: 90-96.
- STEPHAN, B.R. (1973): Über Anfälligkeit und Resistenz von Douglasien-Herkünften gegenüber *Rhabdocline pseudotsugae*. *Silvae Genetica* 22: 149-153.
- TZSCHACKSCH, O. (1981): Stand und Perspektiven der forstlichen Rauchresistenz-züchtung in der DDR. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 15: 134-137.
- TZSCHACKSCH, O. (1982): Untersuchungen zur Erblichkeit der SO₂-Resistenz bei Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO) mit Schlußfolgerungen für die Forstwirtschaft. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 16, 103-106.
- TZSCHACKSCH, O., WEISS, M. (1972): Die Variation der SO₂-Resistenz von Provenienzen der Baumart Fichte (*Picea abies* [L.] KARST.). *Beiträge für die Forstwirtschaft* 6: 21-23.
- VON SCHÖNBORN, A. (1983): Produktionssteigerung und -sicherung im Wald mit Hilfe der Pflanzenzüchtung. *Allg. Forstz.* 38: 407-409.
- WAGNER, S. (2004): Klimawandel – einige Überlegungen zu waldbaulichen Strategien. *Forst und Holz* 59: 394-398.

- WEISER, F., SCHACHLER, G. (1988): Aufbau sowie erste Ergebnisse zur Entwicklung und Nutzung eines Stecklings-Mutterquartiers mit Fichten-Klonen verminderter Anfälligkeit gegenüber SO₂. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 22: 55-61.
- WEISGERBER, H. (1983): Forstpflanzenzüchtung. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 100 Seiten.
- WEISGERBER, H. (1990a): Bedeutung von Züchtungsmaterial und Züchtungsprogrammen für die Erhaltung forstlicher Genressourcen, dargestellt an Beispielen aus Hessen. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg 164: 109-119.
- WEISGERBER, H. (1990b): Beiträge zur genetischen Variation der Waldbäume und Gefahren der Genverarmung durch Pflanzenzüchtung. Forstliche Forschungsberichte München 107, 191 Seiten.
- WEISGERBER, H. (1998): Das Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. *LÖBF-Mitteilungen* 3/98: 35-40.
- WÖHE, G. (1996): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Vahlen, München, 900 Seiten.
- WOLF, H. (1994): Weißtannen-Herkünfte. Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill.. *Contributions Biologiae Arborum* 5, ecomed verlagsgesellschaft, Landsberg am Lech, 150 Seiten.
- WOLF, H. (1999): Auswirkungen von waldbaulichen Pflegemaßnahmen auf die genetische Struktur von jungen Beständen der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg 194, 240-259.
- WOLF, H. (2000): Integration von Zielen und Aufgaben der forstlichen Generhaltung in die periodische Forstbetriebsplanung. *AFZ/Der Wald* 55: 10-11.
- WOLF, H. (2001a): Auswirkungen von waldbaulichen Eingriffen auf die genetische Struktur von Durchforstungsbeständen der Fichte, Rotbuche und Stieleiche in Sachsen. In: Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen. Sächsische Landesanstalt für Forsten Pirna, 171-181.
- WOLF, H. (2001b): Effects of extreme SO₂-air pollution in winter 1995/96 on vitality and growth of SO₂-tolerant Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.) clones in the Ore mountains. In: MÜLLER-STARCK, G., SCHUBERT, R. (Hrsg.): Genetic Response of Forest Systems to Changing Environmental Conditions. Kluwer Academic Publishers, London, 35-49.
- WOLF, H. (2006): Genetische Aspekte bei der Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe. In: BOHNENS, J., RAU, H.-M. (Hrsg.): Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor. 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom 20. bis 22. Oktober 2005 in Fulda. Hessen-Forst, Hann. Münden: 105 - 109.
- WOLF, H., BÖHNISCH, B. (2004): Anbau schnellwachsender Gehölze auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen zur Holzstoffproduktion. In: BEGEMANN, F., SCHRÖDER, S. (Hrsg.): Produktvielfalt durch Ressourcenvielfalt – Potenziale genetischer Ressourcen. Zentralstelle für Agrardokumentation und -information, Bonn, 122-132.
- WOLF, H., KÄTZEL, R., SCHNECK, V. (2002): Wachstums-, Qualitäts- und Resistenzeigenschaften von Bestandes- und Kreuzungsnachkommenschaften der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO). In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern, Landesforstanstalt Eberswalde, 161-171.
- ZIEHE, M., MÜLLER-STARCK, R. (2001): Zielstärkennutzung und ihre möglichen genetischen Auswirkungen in einer Buchenpopulation. In: Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen. Sächsische Landesanstalt für Forsten Pirna, 182-188.

Anschrift des Autors:

Dr. Heino Wolf
 Staatsbetrieb Sachsenforst –
 Geschäftsleitung
 Abt. Ressourcenmanagement
 Ref. Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung
 Bonnewitzer Str. 34
 01796 Pirna

Erfolge (und Grenzen) bei dem Herkunftsnachweis mittels Isoenzym- und DNA-Analysen

Monika Konnert

Zusammenfassung

Im Rahmen einer standortgemäßen Baumartenwahl entscheidet bei der künstlichen Waldverjüngung die Wahl der richtigen Herkunft über den Erfolg der Maßnahme. Die Verwendung der unpassenden Herkunft kann zu instabilen Beständen und damit zu nicht unerheblichen Verlusten für den Waldbesitzer führen. Das geltende Saatgutrecht bietet eine wichtige Grundlage zur Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut. Eine absolute Identitätssicherung kann es aber nur bei unverhältnismäßig hohem Kontrollaufwand gewährleisten. Die raschen Entwicklungen der letzten beiden Jahrzehnte bei den genetischen Untersuchungen an Waldbaumarten eröffneten neue Kontrollmöglichkeiten.

Derzeitige Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Isoenzym- und DNA-Markern zur Herkunftssicherung werden für einige Baumarten, die dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) unterliegen (darunter Lärche, Bergahorn, Weißtanne, Vogelkirsche, Hainbuche), angesprochen. Kontrollfälle, die in letzter Zeit am ASP Teisendorf bearbeitet wurden, werden kurz dargestellt. Auch werden Perspektiven zur Weiterentwicklung des Verfahrens bzw. der Kontrollmöglichkeiten angesprochen.

Achievements (and limits) for the application of isozyme and DNA markers for proof of identity

Abstract

When artificial regeneration is performed the selection of the proper provenance is of greatest importance. Forest reproductive material (FRM) of unsuitable provenance leaves the forest owner with high risks and low revenues. The existing legal regulations on FRM moved in trade can, however, only provide for an absolute proof of identity at an unproportionally intense level of controlling. The rapid development in the field of genetic investigations on forest tree species during the last two decades opened new control possibilities.

The paper presents possibilities and limits for the application of isozyme and DNA markers for proof of identity in case of species governed by the German Law on FRM. This is exemplified by recent control cases. Perspectives for further development of the procedure in this field are also presented.

Einführung

Im Rahmen einer standortgemäßen Baumartenwahl entscheidet bei der künstlichen Waldverjüngung die Wahl der richtigen Herkunft über den Erfolg der Maßnahme. Die Verwendung unpassender Herkunft kann zu instabilen Beständen und damit zu nicht unerheblichen Verlusten für den Waldbesitzer führen. Das geltende Saatgut-

recht bietet eine wichtige Grundlage zur Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut. Eine absolute Identitätssicherung kann es aber nur bei unverhältnismäßig hohem Kontrollaufwand und damit verbundenen sehr hohen Kosten gewährleisten. Neue Wege und Möglichkeiten für die Herkunftsüberprüfung wurden durch die serienmäßige Bestimmung der Erbanlagen bei Waldbäumen mittels Genmarkern möglich.

Erste Kontrolluntersuchungen mittels Isoenzymanalysen

Nachdem Isoenzymanalysen als Genmarker für immer mehr Baumarten etabliert waren, wurden zunehmend Kontrollfälle im Rahmen des Vertriebs von forstlichem Vermehrungsgut nach dem Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut (FSaatG) an genetische Labore herangetragen. Die Möglichkeiten und Grenzen der Methode wurden in mehreren Veröffentlichungen erörtert (z. B. BERGMANN 1975, GREGORIUS et al. 1984, GEBUREK u. MUHS 1986, HERTEL u. DEGEN 1998). In einer Verwaltungsvorschrift zum FSaatG (ANONYMUS 1993) wurden Prüfmöglichkeiten, allerdings in sehr allgemeiner Form, festgelegt. Dazu gehörten u. a. die Prüfung der Zugehörigkeit zu großräumigen Ursprungsgebieten (nicht zu Herkunftsgebieten), die Prüfung der Abstammung aus einem bestimmten Bestand oder aus einer bestimmten Saatgutpartie bei generativem und vegetativem Vermehrungsgut sowie die Prüfung der Getrennthaltung von Samen- oder Pflanzenpartien.

So sollte z. B. in einer Untersuchung der Firma Isogen (HOSIUS et al. 1996) die Herkunft einer Weißtannenkultur aus Thüringen überprüft werden. Die Kultur war fast vollständig ausgefallen. Laut Begleitpapieren sollte das Pflanzmaterial aus den ostbayerischen Mittelgebirgen stammen. Der Erntebestand war nicht bekannt, auch andere Proben für einen unmittelbaren Vergleich (z. B. Pflanzen aus derselben Lieferung) lagen nicht vor. Die Beweisführung basierte deshalb auf dem Vergleich der Allelhäufigkeiten in der fraglichen Kultur mit den mittleren Häufigkeiten von Populationen aus mehreren europäischen Regionen, die zum Zeitpunkt der Analyse bereits vorlagen. Man kam zu dem Schluss, dass der Ursprung des Pflanzgutes im Schwarzwald und nicht in Ostbayern liegt. Allerdings wurde auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Erntebestand tatsächlich im Bayerischen Wald steht, aber dort mit Saatgut aus dem südwestlichen Tannenareal begründet worden war. In diesem Fall wäre die Lieferung

keine Falschdeklaration und somit kein Verstoß gegen das FSaatG gewesen. Bei dieser Beweisführung wurde außer Acht gelassen, dass die genetische Zusammensetzung der Kultur zum Zeitpunkt der Probenahme auch durch Selektions- oder Drifteffekte stark beeinflusst gewesen sein kann.

Zwischen 1992 und 1999 wurden an das ASP Teisendorf ca. 50 Kontrollfälle herangetragen. Meist waren es Forstämter, die Zweifel an der Herkunft des angekauften Pflanzmaterials hatten. Die genetischen Untersuchungen führten in den meisten Fällen nur zu Wahrscheinlichkeitsaussagen (Verdachterhärtung), da bis auf wenige Ausnahmen kein geeignetes Vergleichs- (Referenz)material zur Verfügung stand. Für die Praxis war dies nicht befriedigend, für erfolgreiche rechtliche Schritte war es unzureichend. Da es bei der Samenbildung zur Neuordnung der Erbanlagen kommt und diese Neuordnung von zahlreichen, ständig wechselnden Faktoren beeinflusst wird (z.B. Paarungssystem, Blüh- und Befruchtungsverhältnisse, Bestandesdichte und -zusammensetzung, Witterungsbedingungen etc.), ist die genetische Struktur der Samenpopulation desselben Bestandes von Jahr zu Jahr unterschiedlich und kann sich auch von der des Erntebestandes stark unterscheiden. Dies haben Untersuchungen an verschiedenen Baumarten deutlich gezeigt (MÜLLER-STARCK 1985, GREGORIUS et al. 1986, KONNERT u. BEHM 1999). Ein Vergleich der genetischen Struktur einer Saatgutpartie mit der genetischen Struktur des potentiellen Erntebestandes, mit der Naturverjüngung aus dem potentiellen Erntebestand oder mit Pflanzen aus einer weiteren Ernte in diesem Bestand kann daher nicht als Identitätsnachweis dienen. Die unbefriedigenden Wahrscheinlichkeitsaussagen der Untersuchungen führten zunehmend dazu, dass die Zahl der durchgeführten Prüfungen mit biochemisch-genetischen Methoden zur Kontrolle beim Vertrieb nach dem Forstsaatgutgesetz (heute FoVG) stark zurückging und dass in einem Schreiben des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten von 1998 vermerkt wurde: „Das Fehlen passen-

der Vergleichsproben führt dazu, dass die Ergebnisse der Prüffälle für die Praxis unbefriedigend sind. Es ist unumgänglich, geeignete Referenzproben ab dem Zeitpunkt der Ernte sicherzustellen, wenn die biochemisch-genetischen Untersuchungen als Kontrollinstrument weiter genutzt werden sollen“.

Referenzproben zur Herkunftssicherung

In der Folge ist ein auf Referenzproben basierendes System zur Herkunftssicherung entwickelt und in die Praxis umgesetzt worden. Vor allem in Süddeutschland werden nach genau festgelegten Regeln an verschiedenen Stellen des Produktionsprozesses repräsentative Stichproben gezogen und langfristig eingelagert. Sie dienen sowohl der Bestimmung der maximal möglichen Anzahl von Pflanzen je Erntepartie und Erntejahr als auch dem genetischen Vergleich mit den später daraus angezogenen Pflanzen. Alle Verfahrensschritte und die dabei bewegten Mengen an Saat- und Pflanzgut werden in einer Internetdatenbank genau dokumentiert. Änderungen in dieser Datenbank können nur im Einvernehmen mit einem neutralen Zertifizierer vorgenommen werden. Das Ergebnis ist ein privatrechtlich geregeltes Produktionsverfahren, das die Herkunftssicherheit bei Forstpflanzen entscheidend verbessert (KONNERT u. HUSSENDÖRFER 2002, KONNERT et al. 2002, KONNERT and BEHM 2005). Im folgenden werden Kontrollfälle vorgestellt, bei denen Referenzproben vorlagen. Die realen Verschlussnummern und Identitätsnummern aus dem ZüF-System (ID-Nummern) wurden durch fiktive Zahlen ersetzt.

Überprüfung der Identität von Lärchenpflanzen für die Schutzwaldsanierung

Die Firma X hatte für die Schutzwaldsanierung in den Bayerischen Alpen Lärchen (Hochlagenherkunft) in Lohnanzucht angezogen. Von dem Saatgut war bei der Ernte und nach der Aufbereitung eine Referenzprobe zurückgelegt worden. Von den zu-

rückgelieferten Pflanzen wurden Knospenproben entnommen. Für die Embryonen von 150 Samen und für 150 Pflanzen wurden die genetischen Strukturen an 13 Isoenzym-Genorten bestimmt und verglichen. Die hohen mittleren genetischen Abstände sowie extrem hohe Abstände an einzelnen Genorten (vgl. Tab.1) zeigten, dass sich Pflanzen und Samen in ihren genetischen Strukturen deutlich unterscheiden.

Tab. 1: Genetischer Abstand zwischen Samen- und Pflanzenpartie der Lärche. Signifikanzniveau $\alpha=0,01$ (**), $\alpha=0,001$ (***)
Genetic distance between seed and seedlings from larch. Level of significance $\alpha=0,01$ (**), $\alpha=0,001$ (***)

Genort	Genetischer Abstand	
	Allele	Genotypen
FEST-B	8,9***	21,7***
6PGDH-B	20,8***	36,8***
MDH-A	8,9***	16,9***
PGM-A	57,7***	66,9***
SDH-B	37,4***	57,6***
Genpool	11,3**	17,4**

Zur Lohnanzucht waren 600 g Saatgut an die Firma X geschickt worden. Die vorab im Labor bestimmte Keimfähigkeit betrug 15 %, die maximale Anzahl lebender Keime pro kg ca. 20.000. Für 600 g Saatgut bedeutete dies maximal 12.000 lebende Keime. Rückgeliefert wurden 8.000 verschulte (1+1) Pflanzen. Da eine optimale Keimung wie bei der Saatgutprüfung im Pflanzgarten kaum möglich ist und auch beim Verschulen Pflanzen ausfallen, bedeutet dies eine extrem hohe Pflanzenausbeute. Selektion kann somit nicht ursächlich für die großen genetischen Unterschiede zwischen Samen und Pflanzen sein, sondern es muss davon ausgegangen werden, dass die untersuchte Pflanzenpartie nicht oder nicht ausschließlich aus der zur Lohnanzucht geschickten Saatgutpartie stammt.

Überprüfung der Identität von Pflanzenpartien im Rahmen des Zertifizierungssystems „ZüF“

Bei der Auslieferung von Pflanzen an das Forstamt X wurden von ca. 150 Buchenpflanzen Knospenproben entnommen und in einer versiegelten Proben tasche mit Verschlussnummer 01605588/04 an den Dienstleister geschickt. Auf Veranlassung des Zertifizierers wurde die genetische Zusammensetzung dieser Pflanzenpartie mit der genetischen Struktur der bei der Ernte gezogenen Referenzprobe R1 verglichen, die unter der ID-Nummer 12345678000012 eingelagert war. Aus der Ernte mit dieser ID-Nummer sollten die gelieferten Pflanzen stammen. Durch Isoenzymuntersuchungen an 12 Genorten wurde der mittlere genetische Abstand mit 2,7 % für Allele und 5,8 % für Genotypen berechnet. Weder an einzelnen Genorten noch im Mittel unterschieden sich Samenprobe und Pflanzenprobe in ihrer Allelzusammensetzung statistisch signifikant. Das Ergebnis der Identitätsprüfung im Sinne des ZüF-Verfahrens war somit für diese Pflanzenpartie positiv.

Zu einem anderen Ergebnis führte der Vergleich zwischen einer Bergahornpflanzenpartie und den entsprechenden Samen-Referenzproben R1 (gezogen bei der Ernte) und R3 (gezogen nach der Reinigung des Saatgutes). Hohe genetische Abstände zwischen Samen- und Pflanzenpartien und hochsignifikante Unterschiede in den Allelverteilungen führten zu dem Schluss, dass die Pflanzenprobe nicht aus der angegebenen Erntepartie stammen konnte. Auf diesen Fall wird unter Punkt 4 noch näher eingegangen.

Genetischer Vergleich von Pflanzenpartien, die aus derselben Saatgutpartie stammen sollen

Aufgrund der genauen Dokumentation in der Internetdatenbank im Rahmen des ZüF-Systems sind die Bewegungen an Saat- und Pflanzgut aus einer Ernte (einer ID-Nummer) genauestens nachvollziehbar. Zur Kontrolle kann somit auch ein genetischer Vergleich von Pflanzenpartien angestellt werden, die von unterschiedlichen Firmen an unterschiedliche Abnehmer geliefert wurden, aber alle aus derselben Erntepartie stammen sollen (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Im Rahmen eines Kontrollfalls verglichene Pflanzenpartien der Traubeneiche *Quercus petraea* seedling populations compared for control of identity

Pflanzenpartie Verschlußnr.	Baumart	Lieferant	Abnehmer	ID-Nummer Saatgutpartie
123456	TrEi	Firma A	Forstamt X	22222333334444
111222	TrEi	Firma B	Forstamt Y	22222333334444
233678	TrEi	Firma C	Forstamt Z	22222333334444

Von jeder Pflanzenpartie wurden ca. 120 Individuen an 10 Isoenzym-Genorten untersucht. Die genetischen Unterschiede waren gering und lagen im Zufallsbereich. Die mittleren genetischen Abstandswerte waren mit ca. 3 % bei Allelen und 6,5 % bei

Genotypen gering. Die Gesamtdifferenzierung der drei Populationen betrug nur 2,7 %. Auch die genetische Variation innerhalb der drei Populationen war sehr ähnlich (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Genetische Variation innerhalb der drei untersuchten Traubeneichenpartien
Genetic variation within the three examined seedling populations of *Quercus petraea*

Pflanzenpartie Verschlußnr.	Vielfalt (A/L)	Diversität v_{gam}	Diversität n_e n_e	Heterozygotie (%)	ID-Nummer
123456	3,5	29,5	1,37	28,0	22222333334444
111222	3,5	30,2	1,37	27,5	22222333334444
233678	3,5	29,7	1,36	28,0	22222333334444

Einsatz von DNA-Markern bei der Kontrolle von forstlichem Vermehrungsgut

Zum genetischen Vergleich der Referenzproben wurden bisher vor allem Isoenzym-Genmarker verwendet. Die teilweise nur geringe isoenzymatische Variation (z. B. bei Esche, Tanne, Vogelkirsche, Spitzahorn), Schwierigkeiten bei der langfristigen Lagerung des Probenmaterials (z. B. bei Eiche, Esche), Schwierigkeiten bei der Enzymextraktion aus bestimmten Gewebearten (z. B. bei Eiche, Esche, Hainbuche), Polyploidie (z. B. bei Bergahorn) bereiten Probleme bei der Isoenzymanalyse mancher Baumarten. Inzwischen können mit vertretbarem Kostenaufwand DNA-Polymorphismen bei Waldbäumen sichtbar gemacht und so die genetischen Unterschiede in einem weitaus größeren Umfang nachgewiesen werden, als dies nur mit Isoenzymanalysen möglich ist. Von den molekularen Genmarkern bieten sich für eine Identitätsüberprüfung im Rahmen der Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut besonders Kern- und Chloroplasten-Mikrosatelliten an. Entsprechende Primer sind bereits für zahlreiche Baumarten entwickelt, wie z. B. für Eiche (STEINKELLNER et al. 1997, DEGUILLOUX et al. 2003), Esche (LEFORT et al. 1999), Vogelkirsche (SCHUELER et al. 2003), Bergahorn (PANDEY et al. 2004), Tanne (ZIEGENHAGEN et al. 1998, VENDRAMIN et al. 1999), Kiefernarten (KOSTIA et al. 1995, VENDRAMIN et al. 1996), Fichte (PFEIFFER et al. 1997). Hypervariable Marker wie AFLP's sind nur bedingt für die Unterscheidung von Her-

künften geeignet, da jedes Individuum ein eigenes Variationsmuster besitzt und daher zwar zwischen einzelnen Individuen, aber nicht notwendigerweise zwischen Kollektiven unterschieden werden kann. PCR-RFLP haben meist eine zu geringe Variation und sind deshalb nur bedingt zur Herkunftssicherung geeignet (GILLET 2000, ZIEGENHAGEN pers. Mitteilung).

Herkunftskontrolle bei Bergahorn durch die Analyse von Mikrosatelliten der cpDNA und Kern-DNA

Unter Punkt 3.2 wurde von einer Bergahornüberprüfung berichtet, wo mittels Isoenzymanalysen zwischen Saat- und Pflanzgut große genetische Unterschiede festgestellt worden sind. Die Saatgutpartie stammte laut Eintragungen in der Datenbank aus einer Plantagenernte. Die beernteten Klone und Ramets waren bei der Ernte markiert worden. Die genetische Struktur aller Plantagenklone an sieben nuklearen Mikrosatelliten-Genorten und der Haplotyp an sechs cpDNA-Mikrosatelliten-Genorten war aus vorherigen Untersuchungen bekannt. Ebenso war bereits bekannt (KONNERT 2004), dass der Chloroplastenprimer „ccmp10“ bei Bergahorn eine regionale Zuordnung erlaubt. In Vorkommen aus Südbayern (bis in den Bereich des Inntals) dominiert die Variante 105, in allen anderen Regionen Bayerns findet sich nur die Variante 102 (vgl. Abb. 1). Die Variante 105 findet sich auch in der beernteten Plantage bei Klonen aus den Südbayerischen Alpen und wurde auch bei einigen Pflanzen der fraglichen Partie gefunden.

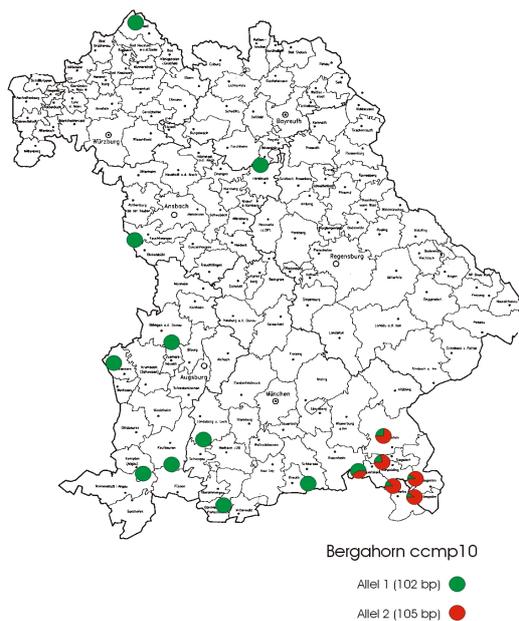


Abb.1: Verteilung der Längenvarianten der ccmp10 cpDNA-Mikrosatelliten bei Bergahornpopulationen in Bayern

Fig. 1: Distribution of alleles at cp-DNA-microsatellite-locus ccmp10 in populations of *Acer pseudoplatanus* from Bavaria

Aus der Kern-DNA wurden sieben Genabschnitte mit den Primern MAP2, MAP9, MAP10, MAP12, MAP33, MAP40 und MAP46 (PANDEY et al. 2004) sowohl bei den beernteten Bäumen als auch bei Pflanzen der fraglichen Partie untersucht.

Für die Zuordnung von Pflanzen zu Altbäumen (potentielle Mutterbäume = Erntebäume) gibt es, unter der Berücksichtigung der Tetraploidie und Autopolyploidie des Bergahorns, grundsätzlich zwei Ausgangssituationen:

1. An einem Genabschnitt A trägt der Samen gleiche Ausprägungen A1/A1/A1/A1 (er ist homozygot) – d.h. die Mutter muss das Allel A1 tragen, möglicherweise in Kombination mit anderen Varianten.
2. An einem Genabschnitt A trägt der Samen verschiedene Ausprägungen A1/A1/A2/A2 (er ist heterozygot) – d.h. die Mutter muss das Allel A1 oder A2 tragen, möglicherweise in Kombination mit anderen Varianten.

Die jeweils nicht vom Mutterbaum stammenden Allele müssen über den Vaterbaum (Pollen) vererbt worden sein. Am Analyseergebnis selbst ist nicht zu erkennen, welcher Teil der mütterliche bzw. väterliche ist.

Die Zuordnung ist nur im Vergleich der potentiellen Eltern mit den Nachkommen möglich.

Auf diese Weise ist es gelungen eindeutig nachzuweisen, dass einige der Pflanzen aus der Partie nicht von den 25 im Jahr xxxx beernteten Bäumen stammen können. Eine Pflanze z. B. war homozygot auf dem Allel „172“ bei Primer MAP33. Dieses Allel trug keiner der beernteten Bäume. Die Pflanze muss aber von einem Baum stammen, der das Allel „172“ trägt. Demnach kann sie nicht aus der Plantagenernte stammen. Das Allel „172“ wurde auch nicht in den Saatgutproben R1 und R3 gefunden.

Drei weitere Pflanzen waren am Genort MAP33 homozygot auf dem Allel „152“. Dieses Allel trugen drei beerntete Bäume. Aufgrund der Mehrlocus-Genotypen (Strukturen bei MAP2 und MAP12) scheidet alle drei Bäume als Mutterbäume für zwei der drei Pflanzen aus. Die dritte Pflanze allerdings kann von einem der drei Bäume stammen; sie trägt auch bei ccmp10 die für Südostbayern spezifische Variante „105“, die auch einige der beernteten Bäume haben. Ähnlich wurde für weitere Pflanzen und Genorte verfahren. Das Ergebnis spricht dafür, dass ein Teil der Pflanzen aus der Plantagenernte, ein Teil aber aus einer anderen Ernte stammt.

Herkunftskontrolle bei Vogelkirsche mittels nuklearer Mikrosatelliten

Bei einer Vogelkirschen-Ernte in einem Bestand, der 2005 nur wenig fruktifiziert hat, sind dem Kontrollbeamten Unregelmäßigkeiten aufgefallen. Am 19.07. lagen auf den Netzen nur kleine Samen von sehr schlechter Qualität (ca. 70 % hohl, TKG = 140). Am 25.07., kurz vor Einsammeln der Ernte, lagen auf den Netzen viel mehr Samen als eine Woche zuvor. Diese Samen waren deutlich größer (TKG = 253) und hatten nur 30 % Hohlkornanteil. Für genetische Kontrolluntersuchungen wurde folgendes Probenmaterial herangezogen:

- Samen, die am 19.07. bzw. am 25.07. auf den Netzen lagen. Es wurde vermerkt, unter welchen Bäumen die Samen entnommen worden sind.
- Eine Stichprobe aus der stratifizierten Saatgut-Partie, entnommen bei der Erntefirma. Kleine und große Samen der Partie wurden getrennt untersucht.
- Alle Vogelkirschen (Altbäume), die in dem Bestand stehen. Die Altbäume wurden nummeriert.

Untersucht wurden sieben Kern-Mikrosatelliten-Genorte unter Einsatz folgender Primer: UDP96-001, UDP96-005, UDP98-021, UDP97-403, UDP98-410, UDP98-411, UDP98-412 (SCHUELER et al. 2003).

Bei den Genabschnitten, die mit diesen Primern vervielfältigt werden, handelt es sich um Bestandteile der genetischen Information aus dem Zellkern. Sie werden immer von beiden Eltern vererbt. Für die Zuordnung von Samen zu Altbäumen wurde ähnlich wie bei Bergahorn (vgl. 4.1) verfahren, allerdings unter Berücksichtigung der Diploidie der Kirsche.

Der Vergleich der Multilocus-Genotypen der verschiedenen Samenproben mit den Multilocus-Genotypen der Vogelkirschen aus dem Bestand führte zu folgenden Ergebnissen:

- a) Die am 19.07 von den Netzen gesammelten Kerne können alle von Bäumen aus dem Bestand stammen. Der überwiegende Teil (ca. 85 %) können von den Bäumen stammen, unter denen sie eingesammelt worden sind.
- b) ca. 88 % der am 25.07. eingesammelten Kerne können mit Sicherheit nicht von den Bäumen stammen, unter denen sie gesammelt wurden. Für denselben Baum unterscheiden sich die Samen, die am 19.07.05 eingesammelt wurden, deutlich von den am 25.07.05 eingesammelten (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Vergleich der Genotypen an zwei Mikrosatelliten-Genorten von Samen und potentiellen Erntebäumen der Vogelkirsche. Die Samen vom 27. Juli können nicht von Baum Nr. 16 stammen, weil sie an mindestens einem Genort nicht eine der Genvarianten besitzen, die der Erntebaum trägt.

Comparison of genotypes of seeds and putative mother trees at three microsatellite loci. Seeds collected on 27th of July obviously do not originate from tree Nr. 16 because they do not share the alleles with this tree at least at one locus.

Datum Probenahme	Untersuchtes Material	Probennummer	Genotyp	
			UDP98-005	UDP98-410
19. Jul	Same - B. 16	1	106-126	134
19. Jul	Same - B. 16	2	106-126	134
19. Jul	Same - B. 16	1	106-126	124-132
19. Jul	Same - B. 16	2	106-118	130-132
19. Jul	Same - B. 16	3	106	134
27. Jul	Same - B. 16	1	126	130-132
27. Jul	Same - B. 16	2	110-126	132
27. Jul	Same - B. 16	3	110	130-132
Einzelbaum	Knospe	16	106-126	124-134

c) Viele der am 25.07.05 eingesammelten Samen und der großen Samen aus der bei der Firma gezogenen und dort bereits stratifizierten Partie stammen mit Sicherheit nicht von einem der 103 Altbäume des Erntebestandes. So stammen z. B. von 47 Samen, die am Genort UDP97-403 das Allel „144“ in homozygoter oder heterozygoter Form tragen, 24 nachweislich nicht aus dem Bestand. Dies ergab der Vergleich mit den zwei Bäumen des Bestandes, die dieses Allel tragen und die somit als Mutterbäume oder als Pollenspender in Frage kommen könnten.

d) Die großen Kerne können theoretisch alle von einem Baum abstammen. An jedem der sieben untersuchten Genorte gibt es zwei Allele, von denen mindestens eines in allen Samen vorkommt. Zudem treten beide Allele in manchen Samen auch in homozygoter Form auf, was einer Mendelspaltung, wie sie bei Nachkommen heterozygoter Bäume zu beobachten ist, entspricht. Dieser „hypothetische“ Erntebaum hat folgenden Multilocus-Genotyp:

UDP96-001, UDP96-005, UDP98-021,
UDP97-403, UDP98-410, UDP98-411,
UDP98-412,130/132; 110/126;
100/110; 126/144; 130/132; 164/174;
122/124.

Ein Baum mit diesem Genotyp steht nicht in dem untersuchten Erntebestand.

Aufgrund dieser Ergebnisse ist davon auszugehen, dass die großen Samen, die am 25.07.05 auf den Netzen lagen, zum überwiegenden Teil nicht aus dem angegebenen Erntebestand stammen, sondern von außen in den Bestand gebracht und auf die dort ausgebreiteten Netze verteilt wurden. Die Untersuchungen mit Mikrosatelliten bestätigen somit den dringenden Verdacht des Kontrollbeamten auf Unregelmäßigkeiten nach dem FoVG bei dieser Ernte.

Fazit

Durch die Sicherstellung repräsentativer Vergleichsproben und die schnellen Ent-

wicklungen im Bereich der DNA-Analyse bei Waldbäumen nehmen die Möglichkeiten zur Herkunftsüberprüfung und zur Aufdeckung von Fehlern beim Handel mit forstlichem Vermehrungsgut sowie die Sicherheit der Kontrollen schnell zu.

Zwar sind zurzeit die auf die Einzelprobe bezogenen Kosten bei den molekulargenetischen Untersuchungen an der DNA noch höher als bei den Isoenzymanalysen, doch kann fallweise die geringere Probenanzahl solche Kosten wieder wettmachen oder sogar zu einer Kostenersparnis führen. Auch können durch die Kombination von Isoenzymanalysen und DNA-Untersuchungen die Kosten in manchen Fällen reduziert werden.

Bei kleinen und klar abgegrenzten Ernteeinheiten (z. B. Samenplantagen) und nur bei diesen kann nach einer Komplettinventur eventuell auf die Sicherstellung von Referenzproben bei jeder Ernte verzichtet werden, wenn Genmarker mit entsprechender Variabilität gefunden werden. Auch dies würde sich kostenmindernd auswirken. Für größere Ernteeinheiten, wie sie bei den Hauptbaumarten die Regel sind, ist dies aber auch in absehbarer Zukunft kein gangbarer Weg.

Da bei jedem Verfahren nur die Nichtübereinstimmung festgestellt werden kann, ist neben den genetischen Kontrollen immer eine sichere Dokumentation aller Schritte, wie sie z.B. über die Internetdatenbank von ZüF stattfindet, unumgänglich.

Literatur:

ANONYMUS (1993): Verwaltungsvorschriften zum Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut: Prüfung mit biochemisch-genetischen Methoden. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

BERGMANN, F. (1975): Herkunfts-Identifizierung von Forstsaatgut auf der Basis von Isoenzym-Genhäufigkeiten. *Allg. Forst- u. Jagd-Ztg.* 146: 191-195.

DEGUILLOUX, M.-F., DUMOLIN-LAPÈGUE, GIELLY, L., GRIVET, D., PETIT, R.J. (2003): A set of Primers for the amplification of chloroplast microsatellites in *Quercus*. *Molecular Ecology Notes* 3: 24-27.

- GEBUREK, TH., MUHS, H.-J. (1986): Über die Identifikation von forstlichem Vermehrungsgut. *AFZ* 41: 1309-1312.
- GILLET, E. (2000): Which DNA marker for which purpose? EU-Compendium: <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/y/1999/wichmarker/m02/Chap2.htm>.
- GREGORIUS, H.-R., KRAUHAUSEN, J., MÜLLER-STARCK, G. (1986): Spatial and temporal genetic differentiation among the seed in a stand of *Fagus sylvatica* L. *Heredity* 37: 255-262.
- GREGORIUS, H.-R., HATTEMER, H.H., BERGMANN, F. (1984): Über Erreichtes und kaum Erreichbares bei der „Identifikation“ forstlichen Vermehrungsguts. *Allg. Forst- u. Jagd-Ztg.* 155: 201-214.
- HERTEL, H., DEGEN, B. (1998): Stieleiche von Traubeneiche mit Hilfe von Isoenzymanalysen unterscheiden. *AFZ/Der Wald* 53: 246-247.
- HOSIUS, B., HENKEL, W., BERGMANN, F., HATTEMER, H.H. (1996): Erkennung von Verstößen gegen das Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut. *AFZ/Der Wald* 51:1450-1451.
- KONNERT, M., BEHM, A. (1999): Genetische Strukturen einer Saatgutpartie. Einflussfaktoren und Einflussmöglichkeiten. *Beitr. Forstwirtschaft u. Landschaftsökologie* 4: 152-157.
- KONNERT, M., FROMM, M., HUSSENDÖRFER, E. (2002): Referenzproben zur Identitätssicherung von forstlichem Vermehrungsgut. *AFZ/Der Wald* 57: 214.
- KONNERT, M., HUSSENDÖRFER, E. (2002): Herkunftssicherung bei forstlichem Vermehrungsgut durch Referenzproben. *Allg. Forst- u. Jagd-Ztg.* 173: 97-104.
- KONNERT, M. (2004): Prüfung der Möglichkeiten zum Einsatz molekulargenetischer Marker im Rahmen eines Systems zur Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut. Abschlußbericht des Kuratoriumsprojektes P28/2004. LWF Freising.
- KONNERT, M., BEHM, A. (2005): Proof of identity of forest reproductive material based on reference samples (in print).
- KOSTIA, S., VARVIO, S.L., VAKKARI, P., PULKKINEN, P. (1995): Microsatellite sequences in *Pinus sylvestris*. *Genome* 38: 1244-1248.
- LEFORT, F., BRACHET, S., FRASCARIA-LACOSTE, N., EDWARDS, K.J., DOUGLAS, G.C. (1999): Identification and characterization of microsatellite loci in ash (*Fraxinus excelsior* L.) and their conservation in the olive family (Oleaceae). *Molecular Ecology* 8: 1075-1092.
- MÜLLER-STARCK, G. (1985): Reproductive success of genotypes of *Pinus sylvestris* L. in different environments. pp 118-133 in: GREGORIUS, H.-R. (ed.): Populations Genetics in Forestry. Lecture Notes in Biomathematics, 60: Springer-Verlag.
- PANDEY, M., GAILING, O., FISCHER, D., HATTEMER, H.H., FINKELDEY, R. (2004): Characterization of microsatellite markers in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.). *Molecular Ecology Notes*, 4(2): 253-255.
- PFEIFFER, A., OLIVIERI, A.M., MORGANTE, M. (1997): Identification and characterization of microsatellites in Norway spruce (*Picea abies* K.). *Genome* 40: 411-419.
- SCHUELER, S., TUSCH, A., SCHUSTER, M., ZIEGENHAGEN, B. (2003): Characterization of microsatellites in wild cherry (*Prunus avium* L.) -markers for individual identification and reproductive processes. *Genome* 46: 95-102.
- STEINKELLNER, H., FLUCH, S., TURETSCHKE, E. (1997): Identification and characterization of (GC/CT) microsatellite loci from *Quercus petraea*. *Plant Molecular Biology* 33: 1093-1096.
- VENDRAMIN, G.G., LELLI, L., ROSSI, P., MORGANTE, M. (1996): A set of Primers for the amplification of 20 chloroplast microsatellites in *Pinaceae*. *Molecular Ecology* 5: 595-598.
- VENDRAMIN, G.G., DEGEN, B., PETIT, R.J., ANZIDEI, M., MADAGHIELE, A., ZIEGENHAGEN, B. (1999): High level of variation at *Abies alba* chloroplast microsatellite loci in Europe. *Molecular Ecology* 8: 1117-1126.
- ZIEGENHAGEN, B., SCHOLZ, F., MADAGHIELE, A., VENDRAMIN, G.G. (1998): Chloroplast microsatellites as markers for paternity analysis in *Abies alba*. *Can. J. For. Res.* 28: 317-321.

Anschrift der Autorin:

Dr. Monika Konnert
 Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)
 Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf
 E-mail: monika.konnert@asp.bayern.de

Saat- und Pflanzgut mit überprüfbarer Herkunft – ein Nachhaltigkeitskriterium bei PEFC

Dirk Teegelbekkers

Zusammenfassung

Die Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung ist oberstes Ziel der PEFC-Zertifizierung. Sowohl weltweit als auch in Deutschland – mit 7 Mio. Hektar zertifizierter Waldfläche – hat sich PEFC zum größten Forstzertifizierungssystem entwickelt. Durch die Festlegung auf die Helsinki-Kriterien und -Indikatoren als gemeinsamem Rahmen und Mindestanforderung stellt PEFC einen direkten Bezug zum Rio-Nachfolgeprozess her. Wie alle nationalen PEFC-Systeme verwendet auch das deutsche System die Pan-Europäischen Leitlinien für die operationale Ebene als Grundlage für die einzelbetrieblichen Standards, die von den teilnehmenden Waldbesitzern einzuhalten sind. So finden auch die europäischen Leitlinien zur Rolle forstlicher Genressourcen ihre Entsprechung in den „PEFC-Standards für Deutschland“. In der revidierten Fassung wird eine Herkunftsüberprüfung des eingesetzten Saat- und Pflanzgutes nach fachlich allgemein anerkannten und geeigneten Verfahren verlangt. Als Beispiel wird das Verfahren des „Zertifizierungsringes für überprüfbare forstliche Herkunft“ (ZÜF) genannt, worauf sich eine kontroverse Diskussion über die Eignung dieses Ansatzes und die Gleichwertigkeit anderer Verfahren entzündet hat.

Seed and plant material with verifiable origin – a criteria for sustainability of PEFC

Abstract

The promotion of sustainable forest management is the main objective of the PEFC certification. Both world-wide and in Germany, with 7 million hectares of PEFC certified forests, PEFC has become the biggest forest certification scheme. By the commitment to the Helsinki criteria and indicators as common framework and minimum requirement PEFC is directly related to the follow-up process of the UNCED conference in Rio. Like all national PEFC schemes the German system uses the Pan-European Operational Level Guidelines as basis for the standards which are obligatory for the participating forest owners. Consequently also the European guidelines referring to gene resources in forests correspond to the “PEFC standards for Germany”. The revised version of these standards require the usage of seed and plant material with verifiable origin. The verification shall be carried out according to a professional, generally accepted and suitable procedure. As an example the procedure of the “Zertifizierungsring für überprüfbare forstliche Herkunft” (ZÜF) is specified which has resulted in a controversial discussion about the suitability of this method and about the equivalence of other procedures.

Einleitung

Das 1999 gegründete Forstzertifizierungssystem PEFC („Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes“) hat sich zum Ziel gesetzt, nachhaltige Waldbewirtschaftung im Hinblick auf ökonomische, ökologische sowie soziale Standards zu dokumentieren und zu verbessern. PEFC baut auf die Zertifizierung durch unabhängige Dritte und gibt dem Verbraucher Sicherheit,

dass die Wälder nachhaltig bewirtschaftet werden. PEFC baut auch auf eine regionale Zertifizierung, da eine einzelbetriebliche Zertifizierung angesichts der kleinstrukturierten Eigentums- und Betriebsstrukturen in Europa nicht geeignet erscheint.

Das PEFC Council bildet den internationalen Rahmen zur Anerkennung nationaler Zertifizierungssysteme und -initiativen. Es definiert Mindestanforderungen für Forstzertifizierungssysteme und Standards, die

auf nationaler und regionaler Ebene erfüllt werden müssen. Dazu gehören z.B. die Einhaltung internationaler Konventionen und nationaler Gesetze, die Beteiligung aller Interessengruppen bei der Standardsetzung, die Berücksichtigung einheitlicher Leitlinien für die nachhaltige Waldbewirtschaftung und die Akkreditierung der Zertifizierungsstellen.

30 nationale PEFC-Gremien sind Mitglied im PEFC Council. Neben 23 europäischen Ländern sind auch Australien (AFS), Brasilien (CERFLOR), Gabun (PAFC), Chile (CERTFOR), Kanada (CSA), Malaysia (MTCC) und die USA (SFI) im PEFC vertreten. Im Moment haben 18 nationale Zertifizierungssysteme das Anerkennungsverfahren von PEFC erfolgreich durchlaufen. Wie von unabhängigen Gutachtern bestätigt wurde, erfüllen alle diese Systeme die Anforderungen des PEFC. Mit 123 Millionen Hektar zertifizierter Waldfläche ist PEFC mittlerweile das größte Forstzertifizierungssystem weltweit.

Innerhalb von PEFC Deutschland e.V. entscheidet der Deutsche Forst-Zertifizierungsrat (DFZR) über die Inhalte des deutschen Zertifizierungssystems sowie die Standards. Im DFZR sind Vertreter des Privat-, Staats- und Körperschaftswaldes, der Holzwirtschaft und Papierindustrie, der Umweltverbände, der Berufsvertretungen, der Forstunternehmer sowie weiterer gesellschaftlicher Gruppen vertreten. Das deutsche PEFC-System wurde am 07. März 2000 vom DFZR verabschiedet und am 31. Juli 2000 vom PEFC anerkannt. Die nach fünf Jahren obligatorische Revision des Systems wurde am 19.01.2005 abgeschlossen.

Über 200.000 Waldbesitzer, die eine Waldfläche von 7 Millionen Hektar repräsentieren, haben sich in Deutschland PEFC angeschlossen. Das sind 66 Prozent der bundesdeutschen Waldfläche. Mit Ausnahme von NRW und Schleswig-Holstein, die in Kürze folgen wollen, sowie Hamburg sind alle Staatswälder nach PEFC zertifiziert.

Zertifizierungskriterien und –indikatoren

Inhaltlich basiert PEFC auf internationalen Beschlüssen der Nachfolgekongressen der

Umweltkonferenz von Rio (1992). In Europa sind dies die Kriterien und Indikatoren, die auf den Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa (Helsinki 1993, Lissabon 1998, Wien 2003) von 37 Nationen im paneuropäischen Prozess verabschiedet wurden. 6 Kriterien, 27 Indikatoren und 45 Leitlinien auf europäischer Ebene sowie 54 Indikatoren und 44 Bewirtschaftungsstandards auf nationaler Ebene untersetzen den Begriff der nachhaltigen Waldbewirtschaftung, der auf der Ministerkonferenz in Helsinki wie folgt definiert wurde: *„Nachhaltige Bewirtschaftung bedeutet die Betreuung von Waldflächen und ihre Nutzung in einer Art und Weise, die die biologische Vielfalt, die Produktivität, die Verjüngungsfähigkeit, die Vitalität und die Fähigkeit, gegenwärtig und in Zukunft wichtige ökologische, wirtschaftliche und soziale Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, erhält und anderen Ökosystemen keinen Schaden zufügt.“*

Die Zertifizierungsstandards des deutschen PEFC-Systems wurden 1999 im Rahmen eines Pilotprojektes entwickelt, in das drei Regionen (Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern) einbezogen waren. Sie berücksichtigen die besonderen Rahmenbedingungen der deutschen Forstwirtschaft und wurden vom Deutschen Forst-Zertifizierungsrat im Jahr 2005 turnusgemäß revidiert. Alle relevanten interessierten Gruppen wurden zur Teilnahme eingeladen und ein Konsens zwischen den teilnehmenden Interessengruppen hergestellt.

Die 54 Indikatoren, die in Anhang I der deutschen Systembeschreibung aufgelistet sind, beziehen sich auf die Ebene der Region und geben die Struktur der regionalen Waldberichte vor, die in allen 13 PEFC-Regionen alle 5 Jahre erarbeitet werden. Die Waldberichte dienen dem Monitoring einer nachhaltigen Bewirtschaftung auf regionaler Ebene. Verfahren zur Systemstabilität regeln ein internes Audit und die Umsetzung der Ziele in der Region. Maßgeblich für die betriebliche Ebene sind die „PEFC-Standards für Deutschland“ (Anhang III) zur Einbindung der Waldbesitzer in den regionalen Rahmen. Diese Standards umfassen detaillierte Bewirtschaftungsvorgaben, die von den teilnehmenden Waldbesitzern erfüllt werden müssen. Die Einhaltung der Stan-

dards wird jährlich durch unabhängige Zertifizierer auf einem repräsentativen Teil der zertifizierten Waldfläche kontrolliert. Grundsätzlich ist PEFC dem Prinzip einer kontinuierlichen Verbesserung verpflichtet.

Forstliche Genressourcen als Bestandteil der PEFC-Anforderungen

Die Bedeutung forstlicher Genressourcen in bezug auf das Konzept einer ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigen Waldbewirtschaftung wird von zwei europäischen Leitlinien unter dem Helsinki-Kriterium 4 „Bewahrung, Erhaltung und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen“ betont. Zum einen unter Punkt 4.2a: *„Der natürlichen Verjüngung soll der Vorzug gegeben werden vorausgesetzt, dass die Bedingungen dazu geeignet sind, die Qualität und Quantität der forstlichen Ressourcen zu sichern, und dass die vorhandenen Provenienzen standortgerecht sind.“*, zum anderen unter Punkt 4.2b: *„Bei der Wiederaufforstung und Aufforstung sollen Herkünften einheimischer Arten sowie lokalen, gut standortangepassten Provenienzen gegebenenfalls der Vorzug gegeben werden. Es sollen nur solche eingeführten Arten, Provenienzen oder Sorten verwendet werden, deren Auswirkungen auf das Ökosystem und auf die genetische Integrität der einheimischen Arten und lokalen Provenienzen bewertet wurden, und wenn negative Auswirkungen vermieden oder minimiert werden können.“*

Ihre Entsprechung finden diese europäischen Vorgaben an drei Stellen in den neuen deutschen Standards, die am 01.01.2006 in Kraft treten, ebenfalls unter Kriterium 4:

4.3 Es ist Saat- und Pflanzgut mit überprüfbarer Herkunft zu verwenden, soweit es am Markt verfügbar ist.

(a) Die Überprüfung hat nach einem fachlich allgemein anerkannten, geeigneten Verfahren, z.B. des „Zertifizierungsringes für überprüfbare forstliche Herkunft“ (ZÜF), zu erfolgen.

(b) Die Wildlingswerbung im eigenen Forstbetrieb und die Verwendung eigenen Saatgutes bleiben von dieser Regelung unberührt.

4.4 Die Herkunftsempfehlungen für forstliches Saat- und Pflanzgut werden eingehalten.

4.5 Gentechnisch veränderte Organismen kommen nicht zum Einsatz.

Während die beiden letzteren Anforderungen bereits in der alten Leitlinie aus dem Jahr 2000 enthalten waren, betritt PEFC mit Standard-Nr. 4.3 Neuland, zumal auch beim anderen in Deutschland operierenden Forstzertifizierungssystem keine vergleichbare Regelung zu finden ist.

Diskussion

Nach Ansicht von PEFC beginnt nachhaltige Waldbewirtschaftung nicht erst mit der Holzernte, sondern schon bei der Saatguternte. Denn Saat- und Pflanzgut aus nicht gesicherten und nicht angepassten Herkünften gefährdet sowohl die Vitalität und Biodiversität als auch die Leistungsfähigkeit der Wälder. Die Fähigkeit zur Anpassung an Umweltveränderungen geht verloren und die Qualität des Holzes sinkt.

Mit der exemplarischen Erwähnung des Zertifizierungsringes für überprüfbare forstliche Herkunft im Rahmen der neuen PEFC-Standards hebt PEFC auf der einen Seite die Stellung des ZÜF-Verfahrens, das mit Hilfe von Isoenzymanalysen und Referenzproben die Zurückverfolgbarkeit des Pflanzmaterial bis zum Erntebestand mit hoher Sicherheit ermöglicht. Auf der anderen Seite schließt es nicht andere Verfahren des Herkunftsnachweises aus, sofern diese als „fachlich allgemein anerkannt“ und ebenfalls als „geeignet“ angesehen werden können.

Auch wird berücksichtigt, dass entsprechendes Material entweder zeitlich oder regional auf dem Markt nicht verfügbar sein kann. In diesem Fall kann der Waldbesitzer auch anderes Saat- und Pflanzgut beschaffen.

Keine andere Regelung der neuen PEFC-Standards hat Anlass für kontroversere Diskussionen gegeben wie diese Forderung nach überprüfbaren Herkünften. Die Kritiker verweisen auf das neue Forstliche Vermehrungsgutgesetz (FoVG), das im Vergleich zum alten Gesetz durch genauere Kontrollen und schärfere Sanktionen eine viel größere Zuverlässigkeit und Sicherheit gewährleisten würde. Eine zusätzliche Regelung, wie ZÜF,

sei deshalb nicht nötig. Die ZÜF-Befürworter verweisen darauf, dass sich ZÜF im Gegensatz zur gesetzlich verankerten Dokumentationspflicht auf ein wissenschaftlich fundiertes Überprüfungssystem stützt.

Die andere Seite wiederum bemängelt, dass dem ZÜF-Ansatz der Qualitätsbezug fehle und ZÜF Verkehrsbeschränkungen bedeuten würde, die nicht mit geltendem EU-Recht vereinbar wären. Auch die Kosten der aufwändigen Beerntungsverfahren im Rahmen von ZÜF werden diskutiert, da als Folge nur noch große Ernten möglich wären.

Vor dem Hintergrund dieser Diskussionen hat der Deutsche Forst-Zertifizierungsrat die PEFC-Arbeitsgruppe „Standards“ beauftragt, die Möglichkeiten der Anerkennung weiterer Verfahren (z.B. des Stammzertifikates nach FoVG oder des DKV-Gütezeichens) zu prüfen.

Anschrift des Autors:

Dr. Dirk Teegelbekkers,
Geschäftsführer PEFC Deutschland e.V.,
Danneckerstr. 37, D-70182 Stuttgart

Praktizierte Provenienzwahl - Garantie für eine nachhaltige Ertrags-sicherung?

Dierk Kownatzki

Zusammenfassung

Aktuelle Richtlinien und spezifische Erfordernisse im Forstbetrieb führen zur Auswahl von forstlichen Herkünften für die Walderneuerung und Etablierung von Provenienzen. Die Verwendung von Provenienzen ist im wesentlichen von Erwartungen an bestimmte Eigenschaften geprägt, welche die zugehörigen Ausgangsbestände (Herkünfte) bereits erfüllt haben. Kriterien, welche die Ausweisung von Herkunftsgebieten stützen, werden auf ihre Eignung und die Erfüllbarkeit der mit ihnen verbundenen Erwartungen geprüft. Ob die Erwartungen erfüllbar sind, läßt sich durch eine bestandesbezogene Bewertung adaptiver Zustände im allgemeinen und verschiedener Aspekte von Autochthonie im besonderen abschätzen. Geeignete Instrumente, mit denen die Aspekte von Autochthonie bewertet werden können, werden vorgestellt. Dies schließt die Auswertung von Vergleichsanbauten in unterschiedlichen Umwelten und damit verbunden die populationsorientierte Abgrenzung von Herkunftsgebieten ein. Dadurch könnte der Umgang mit genetischen Ressourcen und die damit direkt verbundene Ertragsfähigkeit der Forstbetriebe nachhaltig gesichert werden.

Provenance selection - a guarantee for sustainable forest return?

Abstract

Recent regulations and owner-specific requirements lead to the selection of forest tree provenances for the establishment and regeneration of forests. The choice of provenances is essentially based on expectations of attributes that have already been realized at the place of their origin. Several criteria that are applied to delineate provenance regions are tested in order to determine whether they are suitable and whether they can fulfill the underlying expectations. This can be done in single forest stands by evaluating the adaptive state in general and different aspects of autochthony in particular. Suitable means of evaluating aspects are presented, including transplantation tests under different environmental conditions and the related population-oriented delineation of provenance regions. This may guarantee a sustainable treatment of genetic resources and in consequence a sustainable forest return.

Problemstellung

Auf der Grundlage aktueller Richtlinien und spezifischer Erfordernisse werden im Forstbetrieb artbezogenen Herkünfte für die Walderneuerung ausgewählt und als Provenienzen etabliert. Garantieren die angewandten Auswahlkriterien dem Forstbetrieb eine nachhaltige Ertragssicherung? Die Schwierigkeiten, welche bei der Wahl geeigneter Provenienzen auftreten können, bestehen zu einem gewissen Teil in dem Unvermögen, die fundamentale, realisierte und in der Zukunft realisierbare Nische einer Baumart systematisch trennen zu können. Die Nischendynamik einer Baumart ist ein biologisches Phänomen und läßt sich folglich nicht ohne verbleibende Unzulänglichkeiten in Rechtsvorschriften, wie im konkreten Beispiel der EU-Richtlinie 1999/105/EG (ANONYMUS 1999), dem Forstvermehrungsgutgesetz - kurz FoVG - (ANONYMUS 2002) und der Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung (ANONYMUS 2003) verankern. Welche Nischendefinition dem FoVG zugrundegelegt wurde, kann allerdings maßgeblich für dessen Umsetzbarkeit bei einer zielorientierten Provenienzwahl sein.

Waldzustand und Klimaprognose

Aufgrund von kontinuierlichen Klimaveränderungen und gegenwärtigen Umweltbeeinträchtigungen, welche sich unmittelbar auf den Waldzustand auswirken, lassen sich die Artenzusammensetzung und die Leistungsfähigkeit künftiger Wälder nur schwer vorhersagen. Einige Klimaprognosen, welche auf sehr unterschiedlichen Modellannahmen beruhen, sehen eine globale Erderwärmung voraus. So zeigt z. B. IRRGANG (2002) mögliche Auswirkungen für die Forstwirtschaft in Sachsen innerhalb der nächsten Jahrzehnte auf. Andere Klimaforscher prognostizieren das Bevorstehen einer Eiszeit. Unabhängig von der Richtung, in welche sich Durchschnittstemperaturen ändern werden, wird das adaptive Potential von Waldbaumpopulationen von jeglicher Art eines bevorstehenden Klimawandels beeinträchtigt sein. Angesichts der beste-

henden Unsicherheiten ist die vorsorgliche Anlage von Provenienzversuchen zwar möglich, aber in ihrer vagen Zielsetzung kaum zu rechtfertigen.

Angepasste Wälder in Gegenwart und Zukunft stellen jedoch eine bedeutsame Basis für die Erhaltung von elementaren Lebensgrundlagen nicht nur für deren Eigentümer sondern ganz besonders für die Allgemeinheit dar. Der Erhalt der Voraussetzung für die langfristige Überlebensfähigkeit der Arten sollte folglich ein wesentlicher Bestandteil menschlicher Daseinsvorsorge sein, welche durch eine geeignete Provenienzwahl bei der Walderneuerung nur zusätzlich gestützt werden kann.

Kriterien für die Ausweisung von artspezifischen Herkunftsgebieten

Ob mit dem bereits voranschreitenden Temperaturwandel eine Veränderung in der Baumartenzusammensetzung einhergeht, läßt sich an der Verjüngungsneigung sowie am effektiven Konkurrenzvermögen der verschiedenen Arten ablesen. Diese beide Kriterien können zur ersten Einschätzung des Anbaurisikos von Arten innerhalb ihrer Herkunftsgebiete herangezogen werden. Auch naturverjüngte Bestände müßten den gegenwärtig und künftig herrschenden Umweltbedingungen gewachsen sein, so daß die Erfüllung der beiden genannten Kriterien für Natur- und Kunstverjüngungen gleichermaßen gelten dürfte. Sind diese Kriterien erfüllbar, bestünde das eingangs aufgezeigte Dilemma bei der Wahl geeigneter Provenienzen nicht mehr in dem ebenfalls dargestellten Ausmaß.

Demgegenüber stehen die Kriterien zur Ausweisung von Herkunftsgebieten nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG), wonach innerhalb solcher Gebiete erstens annähernd gleiche ökologische Bedingungen (fundamentale Nische) vorherrschen und zweitens Bestände von Arten mit ähnlichen phänotypischen oder genetischen Merkmalen (realisierte Nische) vorhanden sein soll-

ten. Definitiv stellen diese Kriterien Bezüge zur Anpassung und Artspezifität her. In den ökologischen Grundeinheiten, welche die Basis für die Ausweisung von Herkunftsgebieten nach dem FoVG bilden, sind Anpassungsunterschiede der Arten nur bedingt berücksichtigt, da diese zum einen artübergreifend und flächendeckend festgelegt wurden und damit zum anderen mögliche lokale Anpassungen einer Art vernachlässigen.

Zwar werden nach zusätzlichen Kriterien artspezifisch Bestände, in welchen das zu vermehrende Ausgangsmaterial gewonnen werden darf, festgelegt. Das gewonnene Ausgangsmaterial wird aber in den seltensten Fällen auf dessen Anbaueignung geprüft. Die Überprüfung der lokalen Bewährung wird somit letztlich dem Verwender im praktischen Anbau überlassen. Erst ein erfolgreicher Anbau bestätigt, ob der Anbauort die künftig zu realisierende Nische einer Art repräsentiert.

Da sich mit dem Begriff der gesicherten Herkunft gewisse Erwartungen an die Anbaueignung verbinden, sollte die Ausweisung von Herkunftsgebieten lokale Anpassungen sowie adaptive Differenzierungen innerhalb solcher Gebiete im praktischen Anbau berücksichtigen. Letztlich verfolgt die Ausweisung von Herkunftsgebieten das Ziel, dauerhaft angepasste Artkollektive abzugrenzen. Bei einem solchen Abgrenzungsbestreben erhalten autochthone Artkollektive, welche ganz allgemein am Ort entstanden und seit ihrer Entstehung am Ort permanent präsent waren, potentiell eine besondere Bedeutung. Die Präsenz am Ort wird durch die Anzahl Vorfahrgenerationen meßbar, welche die Art am Ort verbracht hat. Man spricht in diesem Zusammenhang von der räumlich-genealogischen Kontinuität des Kollektivs (s. a. GREGORIUS & KOWNATZKI 2004). Folglich hat die Bewertung von Autochthonie nicht mehr rein qualitative sondern auch quantitative Aspekte. In Bezug auf Artkollektive ist der Ort allerdings nicht als eine kleinräumige Einheit zu verstehen,

sondern kann möglicherweise sogar das gesamte Artareal umfassen.

Ein hohes Maß an Autochthonie setzt daher voraus, daß sich ein Artkollektiv über mehrere Generationen als angepasst und anpassungsfähig erwiesen hat. Angepasstheit soll hier als das Vermögen eines Kollektivs aufgefaßt werden, unter den lokalen regulären Umweltbedingungen zu überleben und sich effektiv selbst zu reproduzieren. Anpassungsfähigkeit deutet auf eine vorhandene evolutionäre Plastizität hin, mit der ein Kollektiv in der Vergangenheit lokal wirksamen Störungen und dauerhaften Umweltveränderungen begegnet ist und künftig begegnen wird. Autochthonie stellt in diesem Zusammenhang möglicherweise eine Art spezifische ökologische Gedächtnisfunktion dar. Hierbei wird das Dilemma von Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit deutlich. Auf Artebene kann dieses Problem nur gelöst werden, wenn eine vollständige Anpassung vermieden und damit auch ein Anteil tragbarer genetischer Last erhalten bleibt. Dies setzt voraus, daß die Mechanismen des genetischen Systems intakt und die Umweltbedingungen entsprechend regulär sind (s. a. SCHOPPA & GREGORIUS 2001, GREGORIUS 2001).

Mit der Autochthonie werden häufig Erwartungen auch an die Anpassungsfähigkeit im Hinblick auf unvorhersehbare Umweltveränderungen verbunden. Ob autochthone Kollektive diesen Erwartungen gerecht werden, läßt sich möglicherweise in Anbauversuchen überprüfen. Ergebnisse aus Provenienzversuchen bestätigen diese Erwartungen nur teilweise, was sich überwiegend auf Unzulänglichkeiten hinsichtlich der Repräsentativität von Stichproben und der realisierten Beobachtungsdauer zurückführen läßt. Um diesem Dilemma zu begegnen, wären Beobachtungen in größeren Untersuchungseinheiten (Populationsverbänden) ggf. über mehrere Generationen sinnvoll, was den Zusammenhang zur integrierten Bewertung der unterschiedlichen Aspekte von Autochthonie herstellt.

Bewertung von Autochthonie

Die Abgrenzung angepasster Artkollektive bzw. der zugehörigen Populationsareale ist somit als eine zentrale Aufgabe der Autochthoniebewertung identifiziert, welche sich auf im wesentlichen drei Aspekte konzentriert. Dies sind (1) die Bewertung der Regularität lokaler Umweltbedingungen, welche die Voraussetzung für die Entstehung von Autochthonie bilden, (2) die Feststellung bzw. die Einschätzung der räumlich-genealogischen Kontinuität, welche die Fortdauer von Autochthonie sichert, und (3) die Abgrenzung von Arealen angepasster Populationen, welche die Einheiten der Autochthoniebewertung darstellen.

Durch die Integration aller drei Aspekte bei der Ausweisung von Herkunftsgebieten läßt sich ein deutlich vermindertes Anbaurisiko innerhalb von Populationsarealen erwarten. Sollten innerhalb von Populationsarealen besondere lokale Anpassungen oder besondere adaptive Differenzierungen vorliegen, sind diese beim praktischen Anbau gebührend zu berücksichtigen. Eine qualifizierte Autochthoniebewertung könnte somit die Grundlage für eine veränderte Vorgehensweise bei der Ausweisung von Herkunftsgebieten bilden.

Instrumente der Autochthoniebewertung

Auf der dargestellten Basis gilt es nun zu prüfen, welche Instrumente zur Autochthoniebewertung bereits vorhanden sind und ob diese bereits alle Aspekte der Autochthonie berücksichtigen und letztlich ob diese praktisch umsetzbar sind. Bei entsprechendem Bedarf müßten zusätzliche Instrumente noch entwickelt und angewendet werden.

(1) Bewertung der Regularität lokaler Umweltbedingungen

Beeinträchtigungen sind Veränderungen in der Regularität lokaler Umweltbedingungen. Solche Beeinträchtigungen können sowohl vorübergehende Störungen als auch dauer-

hafte Veränderungen sein. Jede Beeinträchtigung verändert den adaptiven Zustand eines Kollektivs. Werden die Beeinträchtigungen der Vitalität, Reproduktion und Regeneration in Artkollektiven wiederkehrend erfaßt, läßt sich die Entwicklung ihrer adaptiven Zustände beurteilen. Die Zulassung und Beerntung von Saatguterntebeständen sollte daher dauerhaft an eine solche regelmäßige Beurteilung gekoppelt sein. WERDER (2000) sowie GREGORIUS & WERDER (2002) zeigen Möglichkeiten auf, mit denen die Anpasstheit von forstlichem Vermehrungsgut populationsgenetisch überprüft werden kann.

Demgegenüber stehen Methoden, welche die Übereinstimmung von Vermehrungsgut zur deklarierten Herkunft überprüfen. Dies kann erst nach der Beerntung und ggf. späteren Verwendung erfolgen, wie es beispielweise durch den Zertifizierungsring für überprüfbare forstliche Herkünfte e.V. (ZüF) in die Praxis umgesetzt wird (KONNERT et al. 2002, HUSSENDÖRFER 2005). Dem ZüF-Verfahren sind jedoch Grenzen gesetzt, welche sich ganz allgemein bei Stichprobenerhebungen in individuenreichen Kollektiven ergeben (KONNERT 2006). Die Übereinstimmung einer Provenienz mit der deklarierten Herkunft kann allerdings nicht die Prüfung ihrer Anbaueignung ersetzen, sondern höchstens unterstützen.

Weiterhin könnten adaptive Differenzierungen innerhalb von Populationsarealen vorliegen, welche die möglichen Anbauorte des geernteten Vermehrungsgutes einschränken. Durch reziproke Anbauversuche lassen sich vorhandene Umweltunterschiede mit adaptiver Bedeutung beurteilen. Der Nachweis, daß anpassungsrelevante Selektion bei Vergleichsanbauten vorliegt, gründet sich im wesentlichen auf Unterschieden in den genetischen Strukturen unterschiedliche beeinträchtigter Teilkollektive. Einzelheiten zu einem solchen Nachweis sind u. a. bei KLEINSCHMIT et al. (2004) dokumentiert.

Bereits die Dokumentation und Auswertung des realisierten Anbauerfolges kann zur Ent-

deckung von möglichen Unterschieden in der lokalen Bewährung von Vermehrungsgut beitragen, was unmittelbar bei der Anbauplanung berücksichtigt werden könnte. Diese Vorgehensweise liefert mögliche Hinweise, ersetzt aber nicht den konkreten Nachweis, welcher - wie bereits dargestellt - auf einer genetischen Ebene zu führen ist.

(2) Feststellung bzw. die Einschätzung der räumlich-genealogischen Kontinuität

Historische und phylogeographische Methoden haben sich bei der Darstellung von räumlich-genealogischen Artzusammenhängen als nur bedingt geeignet erwiesen, da sich eine direkte Vorfahrenschaft am Ort bisher kaum exakt nachweisen läßt. Eine detaillierte Darstellung dieser Problematik findet sich u. a. bei GREGORIUS & KOWNATZKI (2004) und KLEINSCHMIT et al. (2004). Eine Möglichkeit diesem Dilemma zu begegnen, bietet die bereits unter (1) dargestellte regelmäßige Beurteilung adaptiver Zustände in Artkollektiven und deren Rückkopplung, welche über Zulassung, Beerntung und Anbauempfehlung erfolgt.

(3) Abgrenzung von Arealen angepasster Populationen

Populationen in ihrer räumlichen Abgrenzung wären die geeigneten Bewertungseinheiten für evolutionäre Anpassung und folglich ein wichtiger Aspekt der Autochthoniebetrachtung, welcher bislang kaum thematisiert wurde. Entsprechend besteht hierzu Forschungsbedarf. In Arbeiten von KLEINSCHMIT et al. (2004) sind die konzeptionellen Grundlagen einer solchen adaptiven Populationsanalyse angesprochen. Im wesentlichen zeichnet sich ein Artkollektiv, welches dem Charakter nach eine Population bildet, durch bevorzugte Paarungen innerhalb des Kollektivs und bevorzugtes Überleben der aus solchen Paarungen entstandenen Nachkommen aus (KLEINSCHMIT et al. 2004). Die Beurteilung dieser beiden Kriterien setzt Kollektive im reproduktiven Alter voraus. Einen ersten praktischen Anwen-

dungsversuch vollziehen GREGORIUS & KOWNATZKI (2005), in dem sie räumlich-genetische Strukturen in Buchenbeständen unterschiedlicher Autochthonie analysieren. Zusätzlich gestützt durch die adaptive Bewertung von Saatgutbeständen und deren Nachkommenschaften in reziproken Anbauversuchen sollte es künftig möglich sein, praxisnah verlässlicher den Anbau einer Provenienz zu empfehlen.

Wie bereits eingangs dargestellt und durch die nacheiszeitliche Wiederbesiedlung Europas bereits belegt, unterliegen Populationsareale einer steten Dynamik, welche über einen längeren Zeitraum nur schwer vorhersagbar ist. Die Ursachen dieser Dynamik wollen jedoch ganz besonders unter dem Aspekt des nachhaltigen Umgangs mit genetischen Ressourcen verstanden werden. Die praktische Umsetzung dieser Dynamik bei der Provenienzwahl kann hierzu sinnvoll beitragen.

Schlußfolgerungen

Um nachhaltig ein deutlich vermindertes Anbaurisiko innerhalb von Herkunftsgebieten zu erreichen, sollten die evolutionsbiologischen Grundlagen der Anpassung stärker berücksichtigt werden. Die Ausweisung von Herkunftsgebieten kann sinnvoll nur auf der Basis von Arealen angepasster Populationen und ihrer möglichen adaptiven Differenzierung erfolgen. Die Veränderlichkeit von Umweltbedingungen innerhalb von Populationsarealen erfordert eine kontinuierliche Rückkopplung zur Beerntung und Verwendung von angepasstem Vermehrungsgut überprüfbar Ursprungs. Die dafür notwendigen Instrumente, welche teilweise schon vorhanden sind, sollten routinemäßig angewendet und kontinuierlich weiterentwickelt werden, damit ein nachhaltiger Umgang mit den vorhandenen genetischen Ressourcen und der damit verbundene nachhaltige Ertrag im Forstbetrieb gesichert werden kann.

Literatur

ANONYMUS (1999): Richtlinie 1999/105/EG des Rates vom 22. Dezember 1999 über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut. ABl. L 11 vom 15.1.2000, S. 17, berichtigt durch ABl. L121 vom 1.5.2001, S. 48.

ANONYMUS (2002): Forstvermehrungsgesetz (FoVG) in der Fassung vom 22. Mai 2002. BGBl. I S. 1658.

ANONYMUS (2003): Verordnung über Herkunftsgebiete für forstliches Vermehrungsgut (Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung; FoVHgV) vom 7. Oktober 1994 (BGBl. I S. 3578), geändert durch die Verordnung vom 15. Januar 2003 (BGBl. I S. 238).

GREGORIUS, H.-R. (2001): Sustainable treatment of resources: The genetic basis. In: MÜLLER-STARCK, G., SCHUBERT, R.: Genetic Response of Forest Systems to Changing Environmental Conditions. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (ISBN 1-4020-0236-X), 203-222.

GREGORIUS, H.-R., KOWNATZKI, D. (2004): Die Bedeutung der Autochthonie von Waldbaumpopulationen für die Stabilität von Waldökosystemen und für eine nachhaltige Forstwirtschaft. TP III Abschlußbericht BMVEL-Verbundprojekt „Zur biologischen Vielfalt der Wälder in Deutschland“. <http://www.rrz.uni-hamburg.de/OekoGenetik/biodiversitaet/>

GREGORIUS, H.-R., KOWNATZKI, D. (2005): Spatiogenetic characteristics of beech stands with different degrees of autochthony. *BMC Ecology* 5: 8

<http://dx.doi.org/10.1186/1472-6785-5-8>

GREGORIUS, H.-R., WERDER, H. v. (2002): On a genetic assessment of the adaptedness of forest reproductive material. *Theor. Appl. Genet.* 104: 429-435.

HUSSENDÖRFER, E. (2005): ZüF - eine erste Bewertung aus Sicht der Zertifizierungsstelle. *AFZ/Der Wald* 60 (5): 226-227.

IRRGANG, S. (2002). Klimaänderung und Waldentwicklung in Sachsen - Auswirkungen auf die Forstwirtschaft. *Forstarchiv* 73: 137-148.

KLEINSCHMIT, J.R.G, KOWNATZKI, D. , GREGORIUS, H.-R. (2004): Adaptational characteristics of autochthonous populations - consequences for provenance delineation. *Forest Ecology and Management* 197: 213-224.

KONNERT, M., FROMM, M., HUSSENDÖRFER, E. (2002): Referenzproben zur Identitätssicherung von forstlichem Vermehrungsgut. *AFZ/Der Wald* 60 (5): 214-215.

KONNERT, M., HUSSENDÖRFER, E. (2002): Herkunftssicherung bei forstlichem Vermehrungsgut durch Referenzproben. *AFJZ* 173 (6): 97-104.

KONNERT, M. (2006): Erfolge und Grenzen bei dem Nachweis mittels Isoenzym- und DNA-Analyse. In: BOHNENS, J., RAU, H.-M. (Hrsg.): Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor. 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom 20. bis 22. Oktober 2005 in Fulda. Hessen-Forst, Hann. Münden: 49-57.

SCHOPPA, F.N., GREGORIUS, H.-R. (2001): Is autochthony an operational concept? In: MÜLLER-STARCK, G., SCHUBERT, R.: Genetic Response of Forest Systems to Changing Environmental Conditions. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (ISBN 1-4020-0236-X): 173-185.

WERDER, H. v. (2000): Zertifizierung genetischer Eigenschaften forstlichen Saat- und Pflanzgutes auf der Basis etablierter Methoden der Populationsgenetik. Dissertation, Universität Göttingen. <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2000/vwerder>.

Anschrift des Autors:

Dr. Dierk Kownatzki
Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung,
Georg-August-Universität Göttingen,
Büsgenweg 2, 37077 Göttingen,
ePostfach dkownat@gwdg.de

Autochthonie im Praxistest – vergleichende Untersuchungen bei Gehölzanzpflanzungen

Birgit Vollrath

Bei Sträuchern und baumartigen Gehölzarten, die nicht dem Forstvermehrungsgesetz unterliegen (FoVG), wird bei Pflanzungen in der freien Landschaft aus Kostengründen ganz überwiegend konventionelle Baumschulware verwendet, deren genetische Herkunft häufig in Ost- oder Südeuropa liegt (vgl. z. B. SPETHMANN 1995). Wie neuere Vergleichsuntersuchungen zeigen, sollte man jedoch auch bei Sträuchern nicht allein aus naturschutzfachlichen Gründen, sondern durchaus auch aus ökonomischen Gründen für die Verwendung regionaler Herkünfte plädieren.

Zusammenfassung

In zwei Versuchspflanzungen in Mainfranken wurden autochthone (gebietseigene) Gehölzpflanzen und konventionelle Baumschulware hinsichtlich ihrer Eignung für Begrünungsmaßnahmen in der freien Landschaft verglichen. Die Pflanzen wurden in unterschiedliche Böden (Oberböden bzw. zum Teil stark skelettreiche Unterböden) eingebracht. Neben Anwuchserfolg, Vitalität und Wurzelentwicklung wurden auch die Kosten der Bestandsgründung untersucht.

Die Pflanzenherkunft war von großer Bedeutung für Anwuchserfolg und Pflanzenvitalität: Die Ausfälle waren, unabhängig von der Bodenart, bei den Mischpflanzungen gebietseigener Herkunft niedriger als bei der nicht autochthonen Pflanzenware. Die bessere Eignung gebietseigener Pflanzen im Vergleich zu gebietsfremden Herkünften zeigte sich bei einigen Arten zudem in geringeren Vitalitätseinbußen als Reaktion auf den extrem kalten und niederschlagsarmen Winter 2002/03 und/oder den trocken-heißen Sommer im Jahr 2003.

Die Bestandsgründung mit autochthonem Pflanzenmaterial ist mit höheren Materialkosten verbunden. Wegen der geringeren Ausfälle gebietseigener Pflanzen konnten gleichzeitig aber vertraglich vorgeschriebene Nachpflanzungen stark reduziert werden. Dadurch ergab sich insgesamt, je nach Artzusammensetzung, sogar eine meist wesentlich bessere ökonomische Bewertung gebietseigener Pflanzen.

Autochthony in a practice test – comparative investigations on woody plants

Abstract

In two field experiments in Frankonia (Bavaria, Germany) we compared woody plants of different provenances in their potential for establishment of plant cover in the landscape on a variety of soil textural classes. Establishment success was evaluated in terms of overall vigour and root development. Total planting costs were considered also.

Plant provenance strongly affected establishment: independent of soil textural class mortality was consistently lower in plots with autochthonous material. Moreover, autochthonous material was less affected in terms of vigour by the extreme weather conditions during the winter of 2002 – 03 and the dry summer of 2003.

The use of non-autochthonous plants was initially less costly than that of autochthonous material. However, lower losses in plots with autochthonous plants substantially reduced the need for replacement planting, and balanced or even overcompensated the high initial costs, making the use autochthonous material economically neutral or even beneficial.

Anlass und Zielsetzung

Für die Verwendung gebietseigener („autochthoner“) Pflanzen bei Begrünungsmaßnahmen in der freien Landschaft sprechen unterschiedliche Gründe. Von naturschutzfachlicher Seite wird die Verwendung regionalen Saat- und Pflanzguts gefordert, um Florenverfälschungen zu vermeiden und Risiken für die Erhaltung der genetischen Vielfalt auszuschließen (vgl. BNatSchG § 41). In der Forstwirtschaft, in der schon seit Jahren gebietseigenes Saatgut verwendet wird, stehen ökonomische Gründe im Vordergrund: In jahrelanger Waldbaupraxis wurde festgestellt, dass gebietseigene Waldbäume durch eine bessere Anpassung an die standörtlichen Bedingungen (Klima, Böden, Schädlinge) häufig vitaler sind und die Wahrscheinlichkeit von Massenausfällen geringer ist. Mit strauchartigen Gehölzen wurden hingegen bisher vergleichsweise wenige Herkunftsversuche durchgeführt. So wurde beispielweise bei Steckhölzern von *Euonymus europaeus* (KRAUS, 2003, in Bayern) und bei *Crataegus monogyna* (in Wales, JONES et. al. 2001) bei gebietsfremden Herkünften eine erhöhte Mehltauanfälligkeit festgestellt. An Sämlingen von *Corylus avellana* und *Viburnum opulus* bestanden vor allen hinsichtlich phänologischer Merkmale teilweise erhebliche Differenzierungen zwischen verschiedenen Herkünften (RUMPF 2002). Bei einer ersten Versuchspflanzung unter praxisnahen Bedingungen, bei der Sträucher regionaltypischer Artzusammensetzung zur Böschungsbegrünung eingesetzt wurden, zeigte konventionelle Baumschulware ein wesentlich schlechteres Anwuchsergebnis im Vergleich zu gebietseigenen Pflanzen (MARZINI 2000). In dem hier vorgestellten neueren Versuch der LWG wurden gebietseigene Gehölzpflanzen und konventionelle Baumschulware unter unterschiedlichen Praxisbedingungen gepflanzt und hinsichtlich ihrer Eignung zur Begrünung und Sicherung trockener Standorte verglichen. Dabei wurden die Pflanzen in unterschiedliche Böden (Oberböden bzw. teilweise stark skelettreiche Unterböden) eingebracht. Neben Anwuchsergebnis und Vitalität in den ersten drei Jahren nach der Pflanzung wurde die Wurzelentwicklung wegen ihrer funktionellen Bedeutung bei der ingenieurbiologischen Sicherung genauer

untersucht. Zur ökonomischen Bewertung wurden Kostenrechnungen durchgeführt. In einer weiteren Versuchspflanzung wurde geprüft, ob unter günstigeren Standortbedingungen Herkunftsunterschiede bestehen. Zudem wurde das noch geringe Artenspektrum, für das bereits Untersuchungen vorliegen, erweitert.

Versuchsaufbau

Die Versuchspflanzungen wurden im trocken-warmen Weinbaugebiet Unterfrankens angelegt. Die Flächen wurden zur Hälfte mit autochthoner Pflanzenware des Herkunftsgebiets 7 (Süddeutsches Hügel- und Bergland) bepflanzt, die im folgenden als „gebietseigen“ bezeichnet wird. Bei den anderen, im folgenden als „gebietsfremd“ bezeichneten Pflanzen, handelt es sich um konventionelle Baumschulware, oder, bei Jungpflanzen, um ungarische Herkünfte. Gebietseigene und gebietsfremde Pflanzen wurden jeweils von derselben Baumschule bezogen, um möglichst einheitliche Anzucht- und Transportbedingungen zu gewährleisten.

Der erste Versuch (Versuch A) wurde auf zwei etwa 0.6 ha großen Flächen der Gemarkung Güntersleben auf Mittlerem Muschelkalk angelegt. Die Bestandsgründung erfolgte im März 2002 nach Oberbodenabtrag auf jeweils der Hälfte der Flächen, wodurch der Unterboden zu Tage trat. Es handelt sich um sandigen Lehm mit geringem Skelettanteil bzw. tonigem Lehm mit hohem Skelettanteil. Bei den Oberböden handelt es sich um anlehmigen Sand (kolluvialer Pararendzina, Bodenwertzahl 59 nach Reichsbodenschätzung) bzw. tonigen Lehm mit geringem Skelettanteil (flachgründiger Braunlehm-pararendzina, Bodenwertzahl 35 nach Reichsbodenschätzung). Neben Pflanzen der Qualität „Leichter Strauch“ bzw. „Leichter Heister“ wurden auch Jungpflanzen (1/0) verwendet. 48 Parzellen wurden mit insgesamt 3024 Pflanzen jeweils einheitlicher Pflanzqualität und Herkunft bepflanzt (Pflanzverband 1m x 1m). Die Artanteile dieser Mischparzellen setzen sich folgendermaßen zusammen: 48% *Prunus spinosa* (Schlehe), 24% *Crataegus monogyna* (eingrifflicher Weißdorn), 19% *Euonymus euro-*

paeus (Pfaffenhütchen), 5% *Rhamnus frangula* (Faulbaum) und 5% *Carpinus betulus* (Hainbuche). Für die Bestimmung der Wurzelmassenzuwächse wurden separat weitere 48 Parzellen angelegt, die in drei Teilflächen unterteilt und mit den drei dominierenden Arten bepflanzt wurden (weitere 2375 Einzelindividuen). Auf diesen Ausgrabungspartellen wurden einmal jährlich Pflanzen zu Untersuchungszwecken entnommen. Die Versuchsfelder wurden als vollständige randomisierte Blockanlage mit je drei Wiederholungen auf den vier Bodenarten angelegt. Eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus findet sich in VOLLRATH (2004).

Der zweite Versuch (Versuch B) wurde im April 2004 in der Gemarkung Kürnach auf einem etwa 2 ha großen, fruchtbaren Ackerstandort auf Löss angelegt. Die Bodenart ist schluffiger Lehm (tiefgründige Parabraunerde, Bodenwertzahl von 76 nach Reichsbodenschätzung). In den Versuch wurden folgende 11 regionaltypische Gehölzarten einbezogen: *Prunus spinosa* (*P. spi.*), *Crataegus monogyna* (*C. mon.*), *Euonymus europaeus* (*E. eur.*), *Rhamnus frangula* (*R. fra.*), *Carpinus betulus** (*C. bet.*), *Cornus sanguinea* (*C. san.*), *Lonicera xylosteum* (*L. xyl.*), *Ligustrum vulgare* (*L. vul.*), *Acer platanoides** (*A. pla.*), *Tilia platyphyllos** (*T. pla.*) und *Pyrus communis** (*P. com.*), (*: baumartige Gehölze). Bei zwei Arten, bei denen keine Pflanzenware des Wuchsgebiets erhältlich war (*E. eur.* und *C. bet.*) wurden ersatzweise Pflanzen des Wuchsgebiets 8 eingesetzt. Insgesamt wurden 1020 Pflanzen der Pflanzqualität „Leichter Strauch“ bzw. „Leichter Heister“ verwendet. Das Versuchsdesign ist eine randomisierte Blockanlage mit vier (baumartige Arten) bzw. fünf Wiederholungen (Sträucher).

Begründungsverfahren und Pflege der Pflanzungen

Die Pflanzen des ersten Versuchs (Versuch A) wurden nach Lockerung des Bodens in Einzellochpflanzung von Hand eingebracht. Die Pflanzen der Qualität „Leichter Strauch“ wurden vor der Pflanzung stark zurückgeschnitten. Eine Bewässerung erfolgte nur im

Rahmen der Fertigstellungspflege. Abgesehen von einer jährlichen Mahd auf Flächen mit über 60% Deckung der Begleitvegetation erfolgte keinerlei Pflege.

Im zweiten Versuch (Versuch B) erfolgte die Bestandsgründung auf der bereits selbst begrünten Fläche mittels einer Pflanzmaschine. Mit Ausnahme der baumartigen Pflanzen wurden alle Gehölze direkt vor der Pflanzung zurückgeschnitten. Die Pflanzen wurden weder angegossen noch später gewässert. Die Flächen wurden in den ersten beiden Jahren nach Pflanzung einmal jährlich gemäht. Ansonsten erfolgten keinerlei Pflegemaßnahmen.

Untersuchungsmethoden

Zur ökonomischen Bewertung wurde bei der Bestandsgründung der Zeitaufwand der einzelnen Arbeitsgänge getrennt für die verschiedenen Bodenarten bestimmt und zum Abnahmetermin im Juli nach der Pflanzung der Anwuchserfolg aller Pflanzen überprüft. Auf den Mischparzellen erfolgten über einen Zeitraum von drei Jahren jeweils im Mai, Juli und September Bonituren der Pflanzenvitalität. Sie wurden nach einem fünfstufigen Boniturschlüssel vorgenommen (Stufe 1 = „ohne Lebenskennzeichen“ bis Stufe 5 = „wuchernd“).

Zur Bestimmung der Wurzelbiomasse wurden im November 2003 aus jeder Ausgrabungspartelle zwei Pflanzen pro Art entnommen. Die Wurzeln wurden gewaschen und entsprechend ihres Wurzeldurchmessers in mehrere Fraktionen zerlegt (kleiner als 2mm, 2 bis 5mm, 5 bis 10mm, 10 bis 20mm und über 20mm Durchmesser). Die Wurzelfraktionen wurden bei 90°C getrocknet und gewogen.

Die Auswertung erfolgte über Varianzanalysen bzw. bei der Untersuchung der Vitalitätsveränderungen über Kontingenztafeln. Als signifikant wurde $p < 0.05$ gewertet.

Erfolg der Bestandsgründung

Der Gesamtausfall der Mischpflanzungen (Versuch A) lag zum Abnahmetermin bei Werten zwischen 1 und 17% (Tab. 1). Die Ausfallquote war stark von der Pflanzenherkunft abhängig: Während die Mortalität bei

leichten Sträuchern heimischer Herkunft auf allen Bodenarten niedriger war als bei konventioneller Baumschulware, traf dies bei den Jungpflanzen nur auf den Unterböden

zu. Die in der Praxis am häufigsten angewandte Methode, die Bestandsgründung auf Oberboden mit konventioneller Baumschulware, führte zum schlechtesten Ergebnis.

Tab. 1: Gesamtausfälle [%] der „Leichten Sträucher/Heister“ (linke Spalten) und der „Jungpflanzen“ (rechte Spalten), berechnet für die in den Mischparzellen gewählte Artzusammensetzung (vgl. Versuchsaufbau) in Abhängigkeit von Pflanzenherkunft und Bodenart.
Total mortality (in %) of young shrub transplants/strongly branched liners (left columns) and saplings (right columns) as a function of provenance and soil textural class. Calculations are based on the species composition in mixed parcels.

		Leichter Strauch		Jungpflanze	
		gebietseigen	gebietsfremd	gebietseigen	gebietsfremd
Oberboden	Anlehmiger Sand	4.3	17.2	7.2	7.5
	Toniger Lehm mit geringem Skelettanteil	6.3	16.0	11.0	7.3
Unterboden	Sandiger Lehm mit geringem Skelettanteil	1.2	9.3	9.1	13.2
	Toniger Lehm mit hohem Skelettanteil	12.1	17.4	9.4	11.8

Die fünf eingesetzten Arten unterschieden sich stark hinsichtlich Vitalität und Anwuchserfolg (Abb. 1). Während bei *Crataegus monogyna* und *Euonymus europaeus* - bei den günstigen Witterungsbedingungen nach der Pflanzung mit regelmäßigen Niederschlägen - kaum Ausfälle zu verzeichnen waren (Ausfall von 1 bzw. 3%) lag die Ausfallquote bei den übrigen drei untersuchten Pflanzenarten teilweise bei über 25%. Der relativ niedrige Gesamtausfall auf den Mischparzellen folgt aus den hohen Mischungsanteilen von *Crataegus monogyna* und *Euonymus europaeus*. Wegen der hohen artspezifischen Unterschiede der Pflanzenausfälle ist der Gesamtausfall von Mischpflanzungen stark von der Artzusammensetzung abhängig.

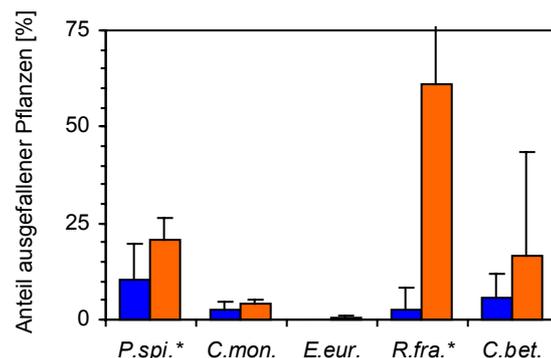


Abb. 1: Ausfälle bei Gehölzpflanzen gebietseigener Herkunft (blaue Säulen) und konventioneller Baumschulware (rote Säulen) im Juli 2002. Die Pflanzen der Qualität „Leichter Strauch“ bzw. „Leichter Heister“ wurden im März 2002 in unterschiedliche Bodenarten (vgl. Tab. 1) gepflanzt (MW ± SD der unterschiedlichen Bodenarten, * signifikante Herkunftsunterschiede, Varianzanalyse).

Fig.1: Losses of planted autochthonous plants (blue bars) and conventional material (red bars) in July 2002; young shrub transplants were planted in March 2002 in different soil textural classes. Data are averages ± sd of all soil textural classes; * = significant effect of provenance, ANOVA).

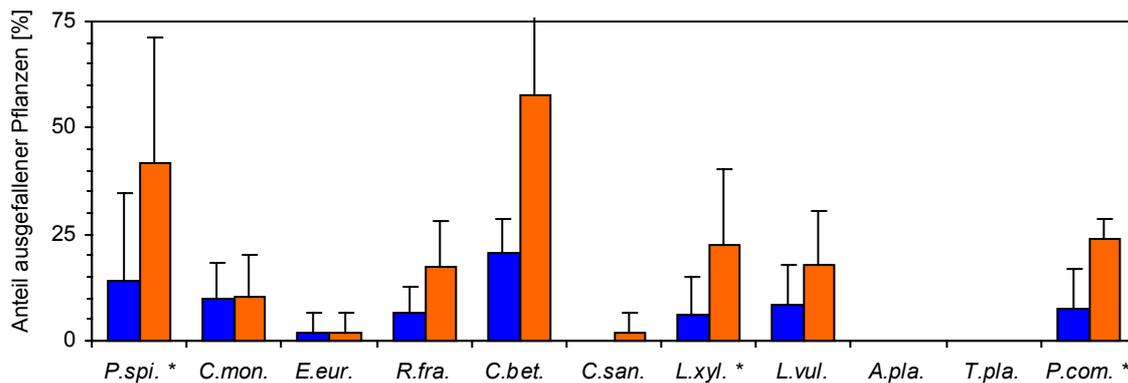


Abb. 2: Ausfälle bei Gehölzpflanzen gebietseigener Herkunft (blaue Säulen) und konventioneller Baumschulware (rote Säulen) im Juli 2004. Die Pflanzen der Qualität „Leichter Strauch/Leichter Heister“ wurden im April 2004 auf einen fruchtbaren Ackerstandort gepflanzt (MW ± SD, * signifikante Herkunftsunterschiede, Varianzanalyse).

Fig.2: Losses of planted autochthonous plants (blue bars) and conventional material (red bars) in July 2002; young shrub transplants/strongly branched liners were planted in March 2002 in fertile farm land. Data are averages ± sd; * = significant effect of provenance, ANOVA).

Ein deutlich besseres Anwuchsergebnis bei gebietseigenen Herkünften wurde auch auf dem fruchtbaren Ackerstandort der Gemarkung Kürnach festgestellt (Abb. 2). Der Gesamtausfall (berechnet für gleiche Mischungsanteile der 11 Arten) lag bei den gebietseigenen Pflanzungen bei 7%, während bei der konventionellen Baumschulware insgesamt 18% der Pflanzen ausfielen. Das bessere Anwuchsergebnis bei gebietseigenen Herkünften war bei fast allen Arten erkennbar. Die artspezifischen Ausfälle und Herkunftsunterschiede zeigten bei beiden Versuchen trotz der unterschiedlichen Standort- und Pflanzbedingungen ein ähnliches Muster. Keine Ausfälle, und somit auch keine Herkunftsunterschiede, zeigten sich bei den baumartigen Gehölzpflanzen von *Acer platanoides* und *Tilia platyphyllos*, bei den anderen Arten überschritten die Ausfälle wiederum häufig die Grenze von 5%. In einigen Fällen, und zwar – wie auf den Unterboden- und flachgründigen Oberbodenstandorten – fast ausschließlich bei gebietsfremdem Pflanzenmaterial, traten Ausfälle von über 25% auf. Wie im folgenden gezeigt wird, ist die Höhe der Ausfallquote von ganz entscheidender Bedeutung für die Kosten des Garten- und Landschaftsbau-Unternehmers.

Kosten für die Bestandsgründung

Der Aufwand für die Bestandsgründung setzt sich zusammen aus Kosten für Pflanzmaterial, Pflanzarbeit, eine einmalige Bewässerung und gegebenenfalls eine Mahd im Rahmen der Fertigstellungspflege. Hinzu können Nachbesserungskosten und Zinsverluste kommen, wenn die Ausfälle die Grenze von 5 bzw. 25% überschreiten.

Ausfallquote von bis zu 5%:

- Ausfälle müssen nicht ersetzt werden, wenn trotz Ausfall einzelner Pflanzen ein geschlossener Eindruck entsteht. In diesem Fall werden die ausgefallenen Pflanzen ebenfalls vergütet (ATV DIN 18320, Absatz 5.1.10).
- Weisen einzelne Teilflächen eine Ausfallquote von mehr als 25% auf, müssen dort alle ausgefallenen Pflanzen vom Auftragnehmer ohne Anspruch auf Vergütung ersetzt werden (ZTV LaStB, Absatz 6.4.3).

Ausfallquote von über 5% aber unter 25%:

Alle nicht angewachsenen Pflanzen sind durch den Auftragnehmer zu ersetzen (ZTV LaStB, Absatz 6.4.3). Der Auftraggeber kann bei der Vergütung den dreifachen Wert der zu erwartenden Nachbesserungskosten

als „Druckzuschlag“ abziehen, wodurch zusätzliche Kosten für den Auftragnehmer durch Zinsverlust entstehen.

Ausfallquote von über 25%:

Die Abnahme wird verweigert. Der Auftragnehmer muss sämtliche Mängel auf seine Kosten beseitigen. Die Abnahme kann nicht vor Ablauf der nächsten Vegetationsperiode durchgeführt werden (ZTV LaStB, Absatz 6.4.5). Der Auftragnehmer bekommt bis dahin in der Regel keine Vergütung, wodurch in diesem Fall zusätzlich ein Zinsverlust (i. a. über ein Jahr) einzukalkulieren ist.

Für Extremstandorte sind Sonderregelungen zu treffen (ZTV LaStB, Absatz 6.4.5), d. h. es kann vereinbart werden, dass höhere Ausfälle zulässig sind. Geht man von den i. a. gültigen Grenzen für tolerierbare Ausfälle aus und legt einen Arbeitskostenansatz von 24 Euro „Herstellkosten“ pro Stunde (bestehend aus Bruttolohn, lohngedundene Kosten und Baustellengemeinkosten) zugrunde, ergibt sich für die Bestandsgründung mit den üblicherweise verwendeten leichten Sträuchern folgende Kostenermittlung:

Die Materialkosten stellen den größten Anteil der anfallenden Kosten. Sie lagen im konkreten Fall (Versuch A) bei Verwendung konventioneller Baumschulware bei 0.80 Euro/m², während die übrigen Aufwendungen (Pflanzung, Bewässerung, Fertigstel-

lungspflege) nach der im Garten- und Landschaftsbau üblichen Methode (Leichte Sträucher, Oberboden) zusammen etwa 1 Euro/m² ausmachten. Der Mehraufwand für das Einbringen der Pflanzen in steinigem Unterboden konnte dadurch ausgeglichen werden, dass diese Flächen wegen der nur spärlichen Begleitvegetation nicht gemäht werden mussten. Die Mehrkosten bei Verwendung gebietseigener Pflanzenware ergeben sich durch die höheren Materialkosten. Sie lagen bei 0.27 Euro/m². Noch nicht berücksichtigt sind hierbei Nachbesserungskosten und Zinsverluste:

Die Grenze von 5% Ausfall, die zu Nachbesserungskosten führt, wurde mehrfach überschritten. Eine Überschreitung der Ausfallquote von 25%, die zu einer Abnahmeverweigerung führen würde, lag hingegen im konkreten Fall – wegen des guten Anwuchsergebnisses von *Crataegus monogyna* und *Euonymus europaeus* - bei keiner Versuchsvariante vor. Die Berücksichtigung der durch die Ausfälle bedingten Zusatzkosten führte in den meisten Fällen zu vergleichbaren Gesamtkosten beider Herkünfte (Tab. 2, linke Spalten) oder, je nach Artzusammensetzung der Mischpflanzungen, sogar zu einer schlechteren ökonomischen Bewertung gebietsfremder Pflanzenware (vgl. Tab. 2, rechte Spalten). Eine genaue Aufschlüsselung der Kostenzusammensetzung, auch für die Bestandsgründung mit Jungpflanzen, findet sich in VOLLRATH (2004).

Tab. 2: Kostenermittlung bei der Bestandsgründung mit „Leichten Sträuchern/Heistern“ (Versuch A), berechnet für die in den Mischparzellen gewählte Artzusammensetzung (vgl. Versuchsaufbau, linke Spalten) sowie für einheitliche Mischungsanteile der fünf untersuchten Arten (rechte Spalten) in Abhängigkeit von Pflanzenherkunft und Bodenart. Die Nachbesserungskosten wurden mit berücksichtigt. Angaben in Euro/m².

Planting cost for young shrub transplants/strongly branched liners (experiment A) calculated for the species composition of mixed parcels (left columns) and the uniform mixes of 5 species (right columns) as a function of provenance and soil textural class. Costs for replacement plantings are included. Figures are in Euro per m².

		Mischparzellen		Einheitliche Mischungsanteile	
		gebietseigen	gebietsfremd	gebietseigen	gebietsfremd
Oberboden	Anlehmiger Sand	1.98	2.10	2.09	2.22
	Toniger Lehm mit geringem Skelettanteil	2.27	2.25	2.35	2.61
Unterboden	Sandiger Lehm mit geringem Skelettanteil	2.06	2.01	2.18	2.13
	Toniger Lehm mit hohem Skelettanteil	2.37	2.22	2.38	2.64

Bei der Versuchspflanzung auf dem fruchtbaren Ackerstandort bei Kürnach (Versuch B) beliefen sich die durch die höheren Materialkosten gebietseigener Pflanzenware bedingten Mehrkosten auf 0.15 Euro. Die Pflanzkosten lagen hier durch die Verwendung der Pflanzmaschine und die weniger aufwendige Mahd im Rahmen der Fertigstellungspflege zunächst deutlich niedriger (Tab. 3). Bei der Nachpflanzung, die von Hand erfolgen muss, ist der Aufwand für die eigentliche Pflanzarbeit höher.

Tab. 3: Kostenermittlung bei der Bestandsgründung mit „Leichten Sträuchern/Heistern“ auf einem fruchtbaren Ackerstandort (Schluffiger Lehm, Versuch B), berechnet für einheitliche Mischungsanteile der 11 untersuchten Arten. Angaben in Euro/m².

Planting cost for young shrub transplants/strongly branched liners on a fertile farm land (experiment B) calculated for uniform mixes of 11 species (left columns). Figures are in Euro per m².

	Einheitliche Mischungsanteile	
	gebietseigen	gebietsfremd
Materialkosten	0.91	0.75
Pflanzkosten	0.19	0.19
Gesamtkosten ohne Nachbesserung	1.10	0.94
Gesamtkosten inklusive Nachbesserung	1.22	1.24

Bei Berücksichtigung von Nachbesserungskosten und Zinsverlusten führte die Verwendung autochthoner Pflanzenware zu einer Kostenersparnis von 0.02 Euro/m², das heißt auch unter den günstigeren Standortbedingungen ergab sich für die gebietseigenen Herkünfte insgesamt eine etwas bessere ökonomische Bewertung.

Vitalität der Pflanzen im weiteren Verlauf

Die bessere Anpassung gebietseigener Pflanzen an lokale Standortbedingungen sollte insbesondere unter extremen Witterungsbedingungen zum Tragen kommen. Während des Untersuchungszeitraums traten zweimal extreme Bedingungen auf: Der Winter 2002/2003 war durch ungewöhnlich niedrige Temperaturen bei gleichzeitig geringen Niederschlägen gekennzeichnet, der darauffolgende Sommer hingegen durch ungewöhnlich hohe Temperaturen mit wochenlangen Trockenperioden. Dadurch ergab sich die Möglichkeit, die Reaktion der Pflanzen auf diese Ereignisse zu untersuchen. Im Juli 2003 traten bei vielen Pflanzen deutliche Trockenstresssymptome auf, beispielsweise gelb verfärbte oder infolge des

Turgorverlusts eingerollte oder herabhängende Blätter. Gebietsfremde Pflanzen der Arten *Euonymus europaeus* und *Rhamnus frangula* zeigten sowohl im Winter als auch im Sommer gravierende Vitalitätseinbußen (Abb. 3 und 4). Viele Schlehen (*Prunus spinosa*) warfen während des extrem trockenen Sommers verfrüht die Blätter ab, eine Reaktion auf den Trockenstress, die bei gebietsfremden Pflanzen häufiger auftrat als bei konventioneller Pflanzenware (18% gegenüber 7%). Im September 2003 war bei den Arten *Prunus spinosa*, *Rhamnus frangula*, und, nach den extremen Bedingungen des letzten Jahres, auch bei *Euonymus europaeus* der Anteil vitaler Pflanzen bei den heimischen Herkünften deutlich höher als bei gebietsfremden Pflanzen.

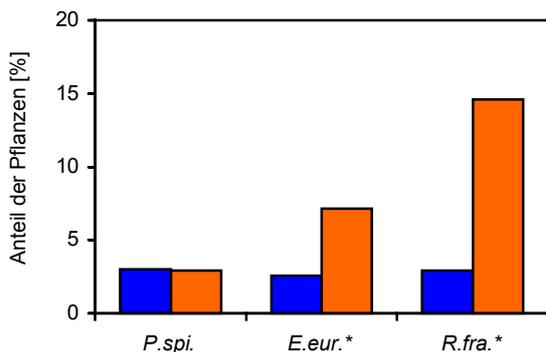


Abb. 3: Nach dem extrem kalten Winter im Jahr 2003 kümmernde oder abgestorbene Pflanzen. Angegeben ist der Anteil betroffener Pflanzen gebietseigener (blau) und gebietsfremder Herkunft (rot) (* signifikante Herkunftsunterschiede, χ^2 -Test).

Fig. 3: Proportion of plants that died or suffered serious loss of vigour after the severe winter of 2003; autochthonous plants (blue columns) and conventional material (red); * = significant differences among provenances; χ^2 test)

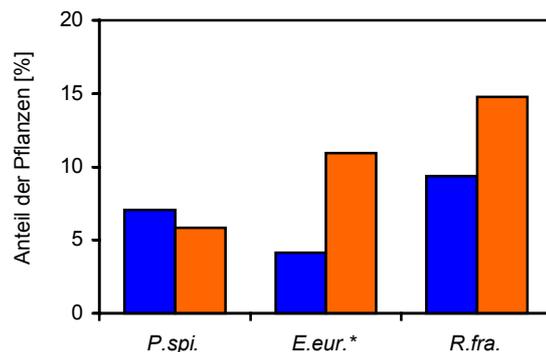


Abb. 4: Nach dem trocken-heißen Sommer im Jahr 2003 kümmernde oder abgestorbene Pflanzen. Angegeben ist der Anteil betroffener Pflanzen gebietseigener (blau) und gebietsfremder Herkunft (rot) (* signifikante Herkunftsunterschiede, χ^2 -Test).

Fig. 4: Proportion of plants that died or suffered serious loss of vigour after the dry and hot summer of 2003; autochthonous plants (blue columns) and conventional material (red); * = significant differences among provenances; χ^2 test)

Wurzelentwicklung

Ein Einfluss der Pflanzenherkunft auf die Wurzelentwicklung am Pflanzort lässt sich bei den als Jungpflanzen eingebrachten

Pflanzen besonders gut untersuchen, weil sie innerhalb der zwei Jahre dauernden Studie besonders starke Zuwächse der Wurzelmasse (um das drei- bis 12-fache) verzeichneten.

Zudem erfolgte bei diesen im Gegensatz zu den „leichten Sträuchern“ kein Pflanzschnitt der Wurzeln, so dass eine daraus resultierende Fehlervarianz ausgeschlossen werden kann.

Die Pflanzenherkunft wirkte sich, vor allem bei den stärkeren Wurzeln, nicht deutlich auf die Massenzuwächse aus. Als Tendenz waren jedoch bei gebietseigenen Herkünften die Zuwächse der funktionell besonders wichtigen Feinwurzeln etwas höher (Abb. 5). Dies zeigte sich bei *Prunus spinosa* und *Euonymus europaeus* und stimmt mit der bei diesen Arten festgestellten größeren Vitalität und Trockenresistenz überein. Signifikant erhöhte Feinwurzelzuwächse bei regionalen Herkünften konnten in einer Versuchspflanzung im Lüdertal bei Fulda nachgewiesen werden (bei den Arten *Prunus spinosa* und *Crataegus monogyna*, VOLLRATH und ARBEITSKREIS AUTOCHTHONE GEHÖLZE, 2006).

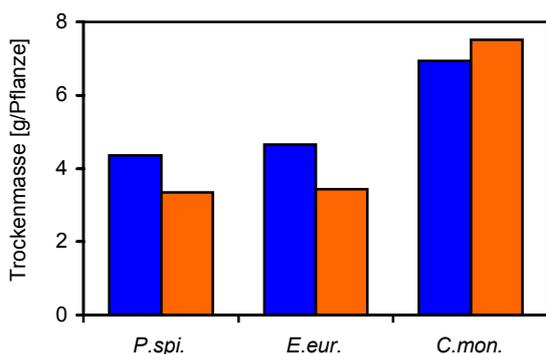


Abb. 5: Gesamtmasse der Feinwurzeln gebiets-eigener (blau) und gebietsfremder Sträucher (rot) im November 2003. Die Pflanzen wurden als Jungpflanzen im März 2002 eingebracht.

Fig. 5: Total fine root biomass of autochthonous plants (blue columns) and conventional shrub transplants (red) in November 2003. Material planted was at the sapling stage in March 2002.

Bewertung der Ergebnisse

Auch bei Sträuchern, die nicht dem FoVG unterliegen, kann durch Verwendung geeigneter Pflanzenherkünfte das Risiko von hohen Ausfällen und Nachbesserungskosten bei der Bestandsgründung stark erniedrigt werden. Die bessere Eignung gebietseigener Pflanzen zeigte sich gleichermaßen auf ganz unterschiedlichen Böden und unter verschie-

denen Praxisbedingungen. In dem vorliegenden Versuch führte die bessere Anpassung und Eignung gebietseigener Pflanzungen zudem zu geringeren Vitalitätseinbußen während des extremen Winters 2002/03 und des trocken-heißen Sommers 2003. Je nach Artzusammensetzung ist auch aus ökonomischen Gründen die Verwendung heimischer Herkünfte zu empfehlen.

Danksagung

Wir danken der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung für die finanzielle Förderung des Projekts.

Literatur

- JONES, A. T., HAYES, M. J., SACKVILLE HAMILTON, N. R. (2001): The effect of provenance on the performance of *Crataegus monogyna* in hedges. *J. Applied Ecology* 38: 952-962.
- KRAUS, G. (2003): Autochthone Gehölze – Ökologisch und ökonomisch sinnvoll. *Deutsche Baumschule* 3: 31-33
- MARZINI, K. (2000): Verwendung von autochthonen Gehölzen in der Ingenieurbiologie. Gesellschaft für Ingenieurbiologie, Jahrbuch 9: 117-128.
- RUMPF, H. (2002): Phänotypische, physiologische und genetische Variabilität bei verschiedenen Herkünften von *Viburnum opulus* L. und *Corylus avellana* L.; Dissertation, Universität Hannover, 175 S.
- SPETHMANN, W. (1995): Sträucher – fremdländische, einheimische, autochthone. In: Inst. für Weiterbildung u. Beratung im Umweltschutz (Ed.). IWU-Tagungsberichte SDW-Tagung Magdeburg 18.-20.10.95; "Die Erhaltung der genetischen Ressourcen von Bäumen und Sträuchern": 49-58
- VOLLRATH, B., ARBEITSKREIS AUTOCHTHONE GEHÖLZE (2006): Vergleich unterschiedlicher Gehölzherkünfte. Erste Ergebnisse einer Versuchspflanzung im Landkreis Fulda. In: BOHNENS, J., RAU, H.-M. (Hrsg.): Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor. 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom 20. bis 22. Oktober 2005 in Fuldata. Hessen-Forst, Hann. Münden: 227-230.
- VOLLRATH, B. (2004): Autochthone im Praxistest. Für Gehölzpflanzungen der bessere Weg? *Neue Landschaft* 8: 31-35.

Anschrift der Autorin:

Dr. Birgit Vollrath
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Abt. Landespflege
An der Steige 15
97209 Veitshöchheim

Maßnahmen zur Optimierung der genetischen Grundlagen für Douglasien in Hessen

Hans-Martin Rau

Zusammenfassung

In Hessen werden seit langem verschiedene Strategien verfolgt, um für Douglasie langfristig genetisch besonders hochwertiges Vermehrungsgut bereitstellen zu können.

Nachkommenschaftsprüfungen belegen die enormen genetisch bedingten Unterschiede zwischen verschiedenen Douglasien-Beständen. Neben dem gezielten Aufbau von Saatguterntebeständen und Samenplantagen mit bewährtem Vermehrungsgut ist in Hessen eine Überprüfung der vorhandenen Bestände anhand von phänotypischen sowie ergänzend genetischen Merkmalen eingeleitet worden. Auf der Basis der dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen offensichtlich problematisch veranlagte Bestände umgebaut, wo nötig sogar durch besseres Material ersetzt werden.

Measures for optimizing the genetic basis of silviculture with Douglas-fir in Hesse

Abstract

Since many years different strategies are pursued in Hesse in order to guarantee the longterm procurement with reproductive material of high genetic value.

From progeny tests we know about the enormous genetically based differences between different Douglas-fir stands. In addition to the establishment of seed collection stands and seed orchards with proved reproductive material Hesse has started to test its present stands by pheno- and in special cases also genotypical traits. Based on the results of these investigations obviously maladapted stands shall be rebuilt or even cut and replaced by improved material if necessary.

Einleitung

Die Douglasie ist zweifellos die wichtigste nicht heimische Baumart in Hessen wie in ganz Deutschland. Angesichts der erwarteten Klimaveränderungen dürfte ihre waldbauliche Bedeutung zunehmen. Vor diesem Hintergrund wurden in Hessen verschiedene Maßnahmen eingeleitet, die mittel- und langfristig dazu beitragen sollen, dass die künstliche wie die natürliche Douglasien-Verjüngung aus genetischer Sicht optimiert werden. Dazu sollen die fünf folgenden Maßnahmen-Komplexe dienen:

1. Prüfung von Beständen und Herkünften aus den Ursprungsgebieten
2. Prüfung von deutschen Vorkommen
3. Anlage von Pfropflings-Samenplantagen
4. Anlage künftiger Saatguterntebestände
5. Phäno- und teilweise auch genotypische Überprüfung hessischer Douglasien-Bestände, waldbauliche Konsequenzen

Den beiden erstgenannten Maßnahmengruppen dienen die in Tabelle 1 beschriebenen Versuchsreihen.

Prüfungen von Originalherkünften

Das Ergebnis für die aus der Heimat der Douglasie stammenden Herkünfte lässt sich wie folgt zusammenfassen (RAU 2005, Abb. 1):

- Herkünfte aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet unterscheiden sich in ihrer Veranlagung teilweise drastisch, sowohl in Bezug auf Massenleistung als auch auf Qualität und Gesundheit.
- In folgenden Gebieten gibt es Herkünfte, die in Hessen sowohl quantitativ als auch qualitativ überlegen sind:
 1. Insel Vancouver (außer südöstlicher Teil)
 2. Olympic Halbinsel
 3. Puget Sound
 4. Westkaskaden in Washington



Abb. 1: Douglasien-Provenienzversuch (IUFRO) im FA Hilders – Grenze zwischen zwei sehr unterschiedlichen Parzellen

Die Herkünfte dieser Gebiete werden bis zum Alter 27 im Mittel um mehrere Meter höher als bspw. die Herkünfte aus dem nordöstlichen Britisch Kolumbien. Beim Vergleich von Einzelherkünften betrug der Unterschied bis zu sieben Meter!

Prüfungen deutscher Douglasienvorkommen

Aus unseren Versuchen ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- Die Bandbreite der Variation war geringer als bei Originalherkünften.
- Viele ältere Douglasien-Bestände in Deutschland scheinen aus Regionen des natürlichen Verbreitungsgebiets zu stammen, die wir heute empfehlen würden.
- Nachkommen von ausgewählten Einzelbäumen aus Beständen in der Eifel erreichen Leistungen, die dem Niveau der besten Originalherkünfte entsprechen.
- Einzelne Bestandesnachkommenschaften zeigen schon in der Jugend deutliche Merkmale einer problematischen Herkunft.
- Verschiedene zu einer Sonderherkunft gehörige Bestände sind in ihrer Merkmalsvariation ähnlich unterschiedlich wie die besten und schlechtesten aus der Gesamtheit der 54 geprüften Bestände (vergleiche Abb. 2).

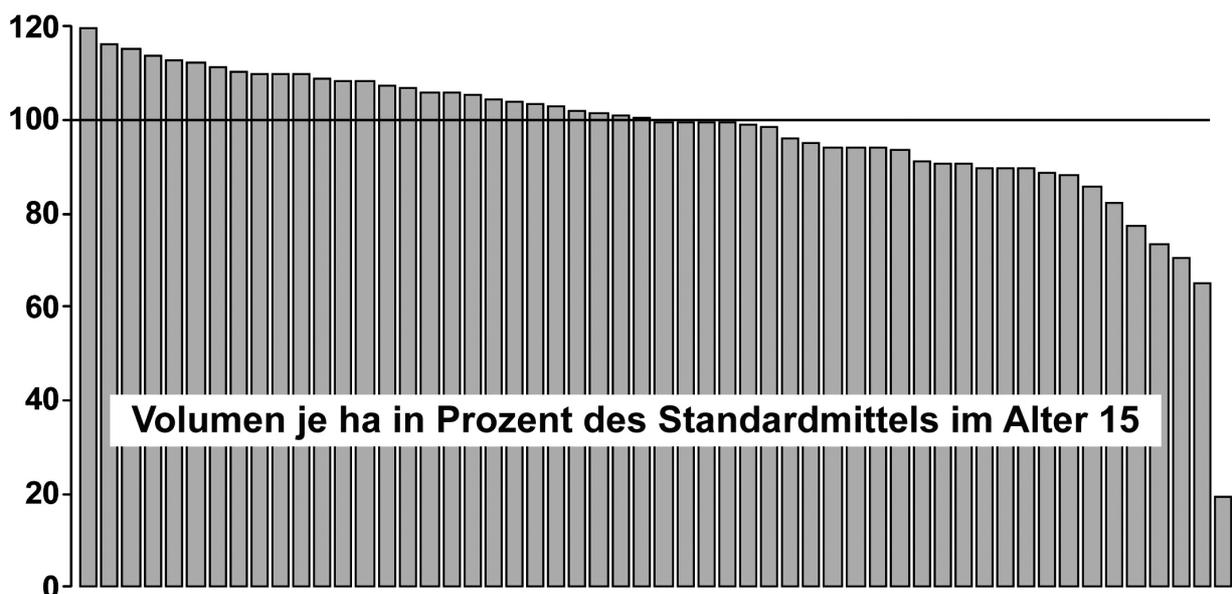


Abb. 2: Rangfolge von 54 Absaaten deutscher Douglasien-Bestände beim Volumen pro Hektar im Alter 15

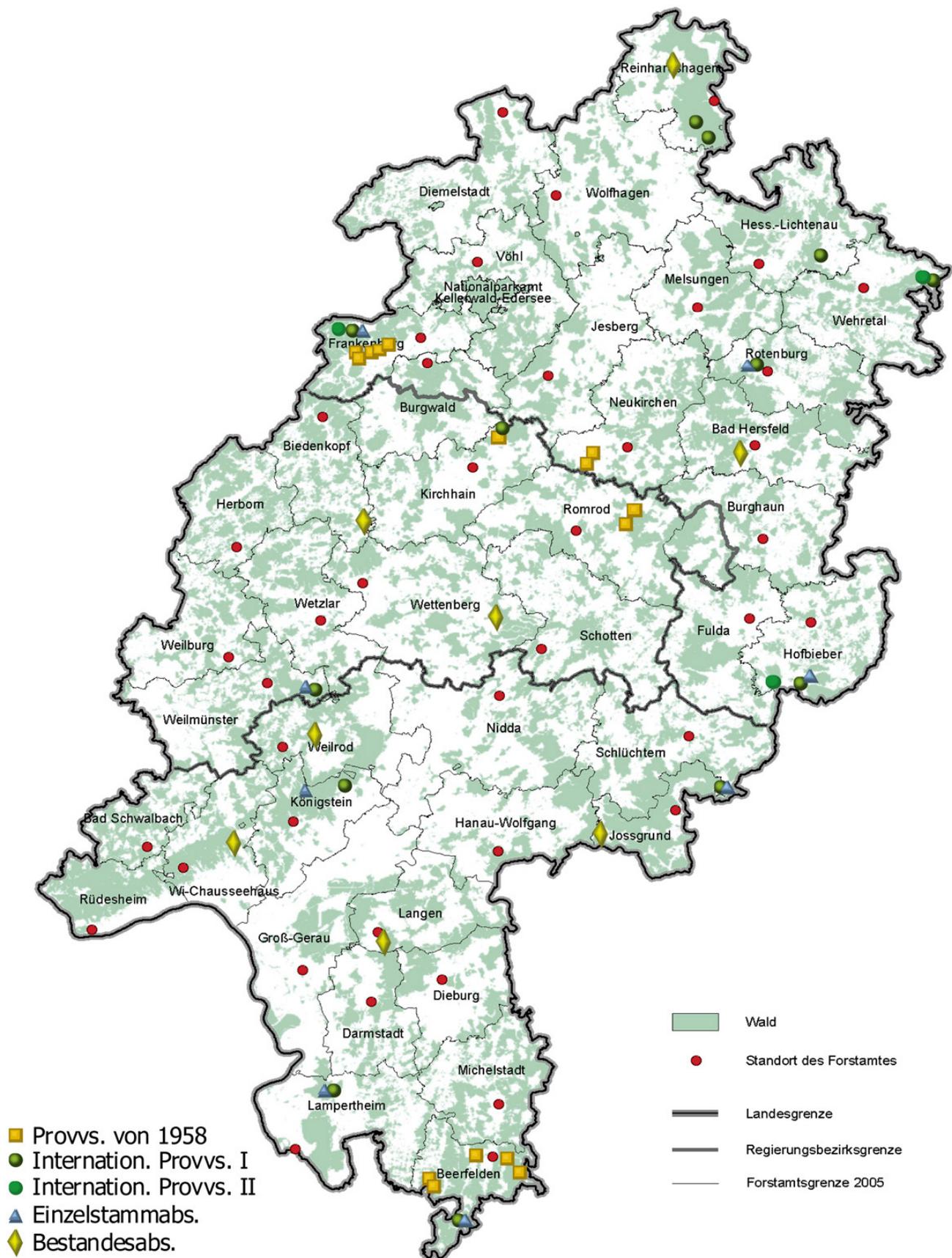


Abb. 3: Lage der Flächen verschiedener Douglasien-Versuchsserien

Tab. 1: Übersicht über die hessischen Versuchsflächen (siehe auch Abb. 3)

	Prüfung von Originalherkünften			Prüfung deutscher Vorkommen	
	Provenienz-Versuch von 1958	IUFRO-Provenienz-versuch 1. Stufe	IUFRO-Provenienz-versuch 2. Stufe	Einzelstamm-absaatenversuch	Bestandes-absaatenversuch
Aussaat	1958	1970	1973	1970	1989
Anlagejahr	1961	1973/74	1976	1973	1992
angelegte Flächen	15	13	3	9	8
Prüfglieder					
- vom Ursprung	30 Provenienzen	127 Provenienzen	55 Provenienzen		
- aus Deutschland	6 Bestände			8 – 20 Absaaten aus 6 Eifel-Beständen	54 Bestände
Parzellengr. (m ²)	1000	64	196 / 256	64	100
Wiederholungen	keine	3	3	3	3

Anlage von Pfropflings-Samenplantagen (Abb. 4)

In Hessen sind heute zwei Plantagen zur Gewinnung von „Qualifiziertem“ Douglasien-Vermehrungsgut zugelassen:

1. Herkunft „Kanada“, 1975 angelegt auf 4 ha mit 44 Klonen aus dem Küstenbereich von Britisch Kolumbien.
2. früheres Herkunftsgebiet „West- und Süd-deutsches Mittelgebirgsland“, 1971 – 76 auf 3,5 ha mit 59 Klonen von deutschen Beständen angelegt.

Die zweite Plantage wurde bereits mehrfach beerntet. Weitere ältere Plantagen mussten u.a. wegen nach heutigen Rechtsvorschriften zu geringer Klonzahl aufgegeben werden.



Abb. 4: Fruktifizierender Douglasienzweig (Foto ASP Teisendorf)

Anlage künftiger Saatguternte-Bestände (Abb. 5)

Neben solchen Samenplantagen dient auch die Anlage künftiger Saatguterntebestände gezielt der Bereitstellung von genetisch besonders hochwertigem Vermehrungsgut. Die Bestände bestehen jeweils aus i.d.R. einer zuvor in Versuchen bewährten Herkunft aus kontrollierten Ernten vor allem im Ursprungsgebiet.



Abb. 5: Mit einer bewährten Herkunft angelegter Douglasien-Saatguterntebestand

Zwischen 1984 und 1995 haben wir 20 meist mehr als 2 ha große Flächen in von anderen Douglasien-Herkünften isolierten Lagen anlegen lassen. Sobald sie das gesetzlich festgelegte Mindestalter von 40 Jahren erreicht haben werden, können diese Flächen für die Saatguternte genutzt werden.

Unverträglichkeitsreaktionen, wie sie bei Douglasien-Pfropflingssamenplantagen häufig zwischen Reis und Unterlage auftreten, sind hier nicht zu befürchten. Zu gegebener Zeit wird zu prüfen sein, ob ein solcher mit einer geprüften Herkunft angelegter Bestand auch als Ausgangsmaterial für Geprüftes Vermehrungsgut zugelassen werden kann.

Überprüfung der vorhandenen Douglasien-Bestände im Staatswald

Zurzeit läuft in Hessen ein Programm zur Überprüfung anhand eines Katalogs von phänotypischen Merkmalen. Hintergrund ist die in Bayern gewonnene und in einer hessischen Pilotstudie bestätigte Erkenntnis, dass offenbar insbesondere zwischen 1960 und 1980 in erheblichem Umfang Douglasien-Herkünfte angebaut worden sind, die sich als für unseren Raum problematisch erwiesen haben.



Abb. 6 : Merkmale problematischer Douglasien-Herkünfte,
a) – schütterere Benadelung



b) – grobästig und krumm



c) – Harzfluss unabhängig von Ästungswunden



d) – hohe Mortalität

Diese Herkünfte zeigen oft starke Vergilbung oder Nadelverlust. Sie haben schlechte Stammformen und sind starkästig und beuglig. Ihre Rinde reißt auch bei dünnen Bäumen vielfach schon früh auf, ist eher grau und löst sich lärchenartig, schuppig vom Stamm. Weitere Merkmale sind Harzfluss und eine erhöhte Mortalität (RAU 2002, Abb. 6a - d). Treten einzelne dieser Merkmale verstärkt oder mehrere gleichzeitig in einem Bestand auf, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine für unseren Raum problematische Inlandsherkunft. Wie die Provenienzversuche zeigen, bergen solche Herkünfte ein sehr hohes Betriebsrisiko in sich und leisten weit weniger als Herkünfte aus bewährten Ursprungsgebieten.

Die in Hessen in sechs Forstämtern mit hohem Douglasienanteil durchgeführte Pilotstudie ergab, dass von 555 Beständen 54 aufgrund ihrer Merkmalsausprägung als „bedenklich“ im Hinblick auf ihre Herkunft eingestuft werden mussten. Von diesen 54 waren wiederum 19 zumindest teilflächig so schlecht, dass waldbauliche Konsequenzen gezogen werden müssen. Ziel der im hessischen Staatswald angelaufenen Aktion ist es,

- binnen 5 Jahren Bestände ungeeigneter Herkunft auf ein Minimum zu reduzieren,
- zu verhindern, dass sich solche Herkünfte durch natürliche Verjüngung (Abb. 7) weiter ausbreiten und
- nachhaltig zur Saatgutproduktion geeignete Bestände bereitzustellen (Abb. 8).

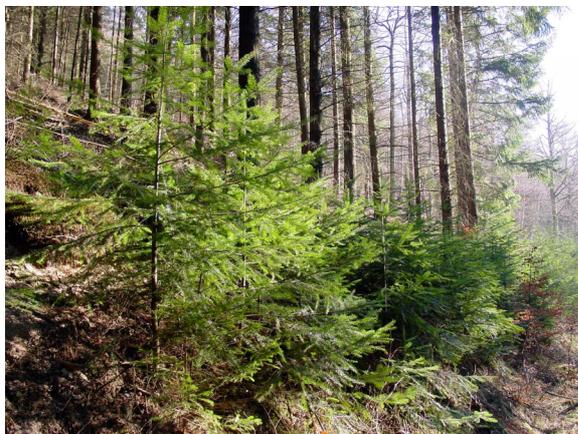


Abb. 7: Douglasien-Naturverjüngung



Abb. 8: Bewährter Teilbestand der Sonderherkunft Burgjoß

Je nachdem, wie hoch der Anteil phänotypisch besonders schlechter Bestandesglieder ist, wird an einen Umbau oder gar einen Ersatz der Bestockung zu denken sein. Dafür muss rechtzeitig vorher besser veranlagtes Vermehrungsgut von Douglasie oder einer anderen Baumart bestellt werden. Führt diese Sanierungsmaßnahme zu einer Bestockungsumwandlung in eine der natürlichen Waldgesellschaft angehörige Baumart, so besteht insbesondere in FFH-Gebieten die Möglichkeit, sich den Umbau als Kompensationsmaßnahme für Eingriffe in den Naturhaushalt anerkennen zu lassen. Der durch die Umwandlung erreichte Effekt wird mit Punkten bewertet, die einem so genannten Ökokonto gutgeschrieben werden.

Eingreifer in den Naturhaushalt können zum Schadensausgleich diesem Konto gutgeschriebene Punkte erwerben. Das dafür eingenommene Geld fließt dann dem Waldbesitzer zu, der den Waldumbau vollzogen hat (Gesetz- u. Verordnungsblatt f. d. Land Hessen 2005).

Parallel zu der Überprüfung der 20- bis 40-jährigen Bestände sollen die Oberen Forstbehörden Hessens die zugelassenen Saatguterntebestände ebenfalls phänotypisch überprüfen.

Von der Möglichkeit genetischer Untersuchungen soll nur im Ausnahmefall Gebrauch gemacht werden (LEINEMANN, MAURER 1999, Abb. 9 und 10).

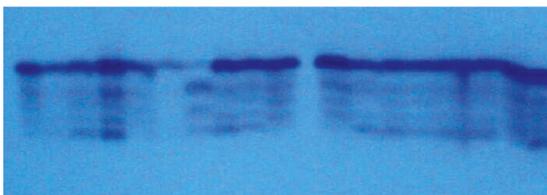


Abb. 9: Typische äußere und genetische Merkmale einer Küstenherkunft

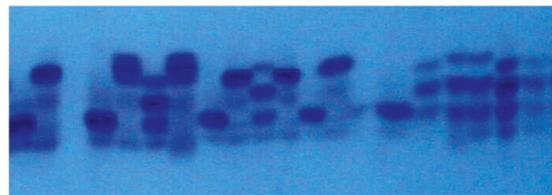
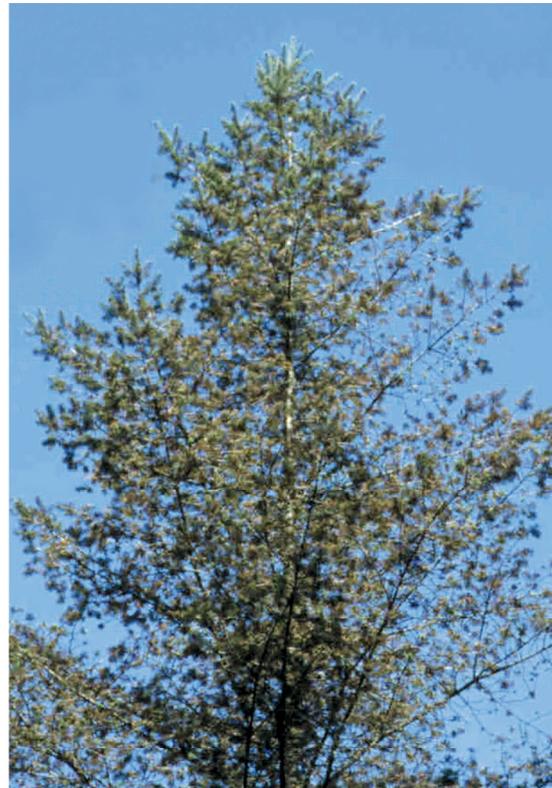


Abb. 10: Typische äußere und genetische Merkmale einer Inlandsherkunft

Literatur

LEINEMANN, L., MAURER, W. (1999): Bedeutung von Isoenzymgenmarkern für den Anbau der Douglasie. *AFZ/Der Wald* 54: 242-243.

RAU, H.-M. (2002): Merkmale problematischer Douglasien-Herkünfte. *AFZ/Der Wald* 57: 1276-1277.

RAU, H.-M. (2005): Der internationale Douglasien-Provenienzversuch in Hessen – Ergebnisse bis zum Alter 27. *Forst u. Holz* 60: 291-294.

VERORDNUNG ÜBER DIE DURCHFÜHRUNG VON KOMPENSATIONSMABNAHMEN, ÖKOKONTEN, DEREN HANDELBARKEIT UND DIE FESTSETZUNG VON AUSGLEICHSABGABEN v. 1. Sept. 2005. Gesetz- u. Verordnungsblatt f. d. Land Hessen Teil 1, 13.9.2005, 624 ff.

Anschrift des Autors:

Hans-Martin Rau
 Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Prof.-Oelkers-Str. 6,
 34346 Hann. Münden

Die forstliche Saatgutproduktion in Bulgarien – Grundlagen für den Anbau widerstandsfähiger und produktiver Forstkulturen

Krassimira Petkova, Milko Milev, Nasko Iliev

Zusammenfassung

Die Arbeit stellt die wichtigsten forstlichen Saatgutlieferanten in Bulgarien vor. Sie informiert über deren Samenplantagen und Erntebestände und gibt Auskunft über deren Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit und Produktivität der angelegten Forstkulturen. Die Entwicklung der Saatgutproduktion seit der Anlage der ersten Erntebestände und Samenplantagen bis zum heutigen Stand dieser Saatgutquellen wird dargestellt. Die Autoren beschreiben die Saatgutquellen der wichtigsten Baumarten - Föhre, Fichte, Schwarzkiefer, Eiche, Buche und Silberlinde - für Aufforstungen in Bulgarien. Sie nennen die Kriterien für die Zulassung und die Richtlinien für die Bewirtschaftung entsprechend den Normvorgaben von 2004 und 2005. Wichtige zukünftige Aufgaben und Perspektiven für die Entwicklung der Saatgutproduktion werden angesprochen.

The Bulgarian forest's seed production – the base for establishment of sustainable and productive forest plantations

Abstract

The report presents the major Bulgarian forest sources for seed production such as stands and seed orchards. It also outlines the importance of these stands for established forest plantations' sustainability and productivity. The report traces back the seed production development since the establishment of the first seed production stands and seed orchards up to the present. The seed sources of the major species - Scots pine, Common spruce, Black pine, Oaks, Common beech, Silver-leaved lime tree – for afforestation in Bulgaria are shortly described. The basic approval criteria and management principals of these stands are mentioned, as they are in accordance with the newest legislation in Bulgaria (2004 – 2005). The main tasks and perspectives for seed production development are outlined too.

Entwicklung

Im Jahr 1879 wurde in Bulgarien erstmals ein offizieller staatlicher Forstdienst eingerichtet. Mangels eigener Anbauflächen wurden damals zur Aufforstung kleine Saatgutmengen aus dem Ausland eingeführt.

Am Anfang des 20. Jahrhunderts (1903 – 1909) erhöhte sich die Nachfrage nach Saatgut, weil der Umfang der Aufforstungen zunahm. Man importierte 6.643 kg Saatgut der Gemeinen Kiefer, Fichte, Douglasie, Korsischen Schwarzkiefer und Robinie. Dazu gehörten auch Kiefernpflanzen aus Deutschland (DOBRINOV et al. 1982). Nachteilig bei den Aufforstungen in dieser Zeit wirkte sich aus, dass man Saatgut mit unbekannter ausländischer Herkunft verwendete. Das führte zu Schädigungen und damit zu Verschlechterungen des Zustands einiger Forstkulturen. In den Kriegsjahren zwischen 1913 – 1918

wurden die Aufforstungen in Bulgarien fast vollständig eingestellt. Sie begannen erst wieder in größerem Umfang nach 1920 und steigerten sich nach 1934 und besonders 1944, als die Aufforstungsflächen von 18.000 bis auf 36.000 ha pro Jahr stiegen. Entsprechend erhöhte sich die Nachfrage nach Saatgut. Man begann immer mehr einheimisches Saatgut zu verwenden, allerdings ohne die speziellen Eigenschaften der Erntebäume und ihre geographische Herkunft zu berücksichtigen. Zum Beispiel forstete man mit Saatgut aus Höhenlagen Ebenen mit steppenkontinentalem Klima auf (VELKOV 1950).

Schließlich erkannte man die Bedeutung von Saatgutlieferanten, die höchste Qualität für ihr Saatgut gewährleisten können. 1947 stellte man offiziell die Frage nach einer

Auslese bei Saatguterntebeständen. Diese Arbeit begann Ende 1948 / Anfang 1949, indem im Flach- und Hügelland die ersten Eichen-, Linden-, Eschen- und Schwarzkiefernernthebestände ausgewählt wurden (BODZAKOV, TERZIEV 1962). Die Hauptmerkmale für eine Auslese waren Wachstumsstärke, Lebensfähigkeit, Gesundheitszustand und Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit und schädliche Organismen, Habitus, Holzqualität, Fruktifikation, Massenleistung, Alter u. a. (VELKOV 1960).

1951 umfassten die Saatguterntebestände ungefähr 10.000 ha und bestanden vorwiegend aus Laubbaumarten - Traubeneiche, Ungarische Eiche, Rotbuche, Linde u. a. Es wurden Vorschriften für das Administrieren, die Bewirtschaftung und Verwendung der Saatguterntebestände aufgestellt. Der Saatguterntebestand wurde unterteilt in „Naturwald oder künstliche Forstkultur, die für die Ernte von hochqualitativem und mit besten Erbeigenschaften ausgestattetem Saatgut der Forstbaum- und Straucharten vorgesehen ist.“ (BODZAKOV, TERZIEV 1962).

Im selben Jahr wurden auch zwei Samenprüfstationen eröffnet. Ursprünglich war die Haupttätigkeit der Samenprüfstationen die Qualitätsprüfung des Saatgutes, später kam auch die Bestimmung der Saatgutquellen hinzu.

In den 60-er Jahren nahmen die Aufforstungen in Bulgarien sehr stark auf über 50.000 ha pro Jahr zu. Bis 1970 vergrößerte man die Anbaufläche für Saatguterntebestände auf bis zu 18.120 ha. Es wurden erste Samenplantagen angelegt und drei Klengbetriebe eröffnet, in denen man die Zapfen der wichtigsten Nadelbaumarten Kiefer, Schwarzkiefer und Fichte verarbeitete. 1967 wurde ein zentrales Saatgutlager geschaffen, wo das gewonnene Saatgut über einen Zeitraum von 10 Jahren seine Keimfähigkeit nachweisen musste (JEKIN 2002).

Ende der 70-er und Anfang der 80-er Jahre erreichte die Fläche der Saatguterntebestände 48.680 ha. Neben der Bestimmung von Saatguterntebeständen begann man, eine individuelle Auslese vorzunehmen und Plusbäume auszuwählen. 180 ha Samen-

plantagen mit Kiefer, Fichte, *Pinus peuce*, Weißtanne u.a. wurden angelegt und erste Provenienzversuche unternommen (VELKOV 1983).

In den 80-er Jahren wurden auch sogenannte populationsgenerative Samenplantagen angelegt. Mit aus dem Saatgut von Plusbäumen ausgezogenen und selektierten Pflanzen wurde neben dem Mutterbestand oder auf einer Teilfläche des Mutterbestandes nach seinem Einschlag aufgeforstet. Ziel war, einen genetischen Austausch mit dem Mutterbestand zu gewährleisten und bei den neuen Forstkulturen eine möglichst ähnliche genetische Struktur wie bei den einheimischen natürlichen Populationen zu erhalten. Auf diese Weise wurde die Struktur der einheimischen Population simuliert und die genetische Vielfalt in der Population erhalten. Bei der Auslese achtete man auf folgende Prinzipien: In den Samenplantagen führte man alle seltenen und phänotypisch verschiedenen Individuen ein und tolerierte den für die Population typischen Phänotyp. Mit der Zeit erfolgte stufenweise die Auslese. Gleichzeitig führte man ausführliche Messungen und phänologische Beobachtungen durch. Damit bot sich die Möglichkeit, den generativen Prozess unter für die Population natürlichen ökologischen Bedingungen normal verlaufen lassen.

1990 traten wesentliche Veränderungen in der bulgarischen Wirtschaft ein. Im Zusammenhang damit wurden die Aufforstungen auf 7.000 – 10.000 ha pro Jahr verringert, aber die Bedeutung der Saatgutlieferanten blieb erhalten. Im Gegenteil – man berücksichtigte mehr denn je qualitativ hochwertiges Material bei den Aufforstungen. Im Jahre 1995 wurde ein neuer Klengbetrieb mit moderner Technologie in Betrieb genommen (BOJINOVA 2002). Damit war der Grundstein für eine nach den verschiedenen Regionen des Landes spezifizierte Verwendung des Saatguts mittels kontrollierter Lieferung aus dem zentralen Saatgutlager gelegt. Die Voraussetzungen für die Einrichtung einer Genbank für Saatgut der wertvollsten Populationen und Samenplantagen von Nadelbaumarten wurden geschaffen. Obligatorisch

wurde eine Kennzeichnung des Herkunftsgebiets in den Unterlagen neuer Forstkulturen eingeführt. Folgende Normvorgaben traten in Kraft:

- Vorschrift zur Forstzucht und Saatgutproduktion 2001 (Aktualisierung 2005)
- Vorschrift zur Produktion und Handel mit forstlichem Vermehrungsgut 2004

Diese Normvorgaben entsprechen der europäischen Direktive 105 (Council directive 1999/105/EC).

Kriterien für die Zulassung und Richtlinien bei der Bewirtschaftung der Saatgutquellen

Die oben erwähnten Normvorgaben reglementieren die Zulassung und Registrierung der Saatgutquellen bei der Verwendung. Diese Saatgutquellen umfassen die ökotypische und biotypische Vielfalt der forstlichen Baumarten. Sie müssen gewährleisten:

- eine quantitativ und qualitativ stabile Samenernte
- forstliches Vermehrungsgut mit kontrollierter Herkunft
- Erhaltung der biologischen Vielfalt und der autochthonen und mit forstgenetischen oder forstzüchterischen Verfahren verbesserten Genressourcen.

Folgende Merkmale sind von Bedeutung:

- Saatgutquelle
- Erntebestand
- Klon und Klonsammlung
- Samenplantage
- Familieneltern

Nach folgenden Kategorien erfolgt die Qualitätsauszeichnung für forstliches Saatgut:

“Quellengesichert” – Das ist Saatgut von Bäumen oder Beständen, die sich in einem bestimmten Herkunftsgebiet befinden.

“Ausgewählt” – Das ist Saatgut aus einem bestimmten Herkunftsgebiet, das dem Phänotyp nach entsprechend einer Populationsstufe zugelassen und im Nationalregister der Saatgutquellen verzeichnet ist.

“Qualifiziert” – Das ist Saatgut von einer Samenplantage, Klonen, einer Klonsammlung oder Familieneltern, deren Bestandteile

dem Phänotyp nach entsprechend einer Individualstufe zugelassen sind, in der eine genetische Untersuchung nicht obligatorisch ist.

“Geprüft” – Das ist Saatgut von Erntebeständen, Samenplantagen, Familieneltern, Klonen oder einer Klonsammlung, mit einer Qualitätsauszeichnung, die mittels vergleichender Nachkommenschaftsversuche nachgewiesen wurde, oder einer genetischen Bewertung der Quellenkomponenten.

Alle Kriterien für die Auszeichnung des Saatguts mit dem Siegel “quellengesichert” beziehen sich auf die Produktionsherkunft.

Zeichnet der Erzeuger einzelne Bäume aus, müssen sie folgende Eigenschaften haben: gute Produktivität, Stabilität unter den einheimischen Bedingungen, Schlankheitsgrad und Astreinigung, guter Gesundheitszustand. Die Saatguterzeuger dürfen einzelne Bäume auszeichnen, wenn sie im entsprechenden Herkunftsgebiet eine seltene oder besonders wertvolle Baumart darstellen.

Die Kriterien für die Bestände der Saatguterzeuger richten sich nach Alter, Zusammensetzung, Standortbedingungen, Produktivität, Gesundheitszustand, Stabilität und Anpassungsfähigkeit.

Das Qualitätssiegel “ausgewählt” richtet sich darüber hinaus noch nach folgenden Kriterien:

- Umfang der ökotypischen Vielfalt der wichtigsten Baumarten mit Rücksicht auf ihre Herkunft und spezielle Verwendung als Saatgut
- Bestockungsgrad der Bestände über 0,7.

In Samenplantagen wird Saatgut mit dem Qualitätssiegel “qualifiziert” und “geprüft” gewonnen. Es gibt generative und vegetative Samenplantagen. Die generativen Samenplantagen wurden mit selektierten Pflanzen angelegt, die aus Saatgut von ausgewählten Plusbäumen in Saatguterntebeständen stammen. Die vegetativen Samenplantagen wurden mit gepfropften heterovegetativen oder autovegetativen Pflanzen angelegt.

Die wichtigsten Richtlinien für die Bewirtschaftung der Saatgutlieferanten beziehen sich auf:

- die Regulierung der Formenvielfalt und die Selektionsstruktur der Bestände,
- die Steigerung der Häufigkeit des Samentragens,
- die erhöhte Gewinnung von Vermehrungsgut mit wertvollen Erbeigenschaften,
- den Erhalt eines guten Gesundheitszustands.

In den Saatgutquellen sind folgende Arbeiten vorzunehmen:

- Selektionseinschläge und Lichten von Saatguterntebeständen und Samenplantagen
- Fällen von Jungwuchs und unerwünschten Pflanzen anderer Baumarten
- Bodenbearbeitung, Düngung und Bewässerung
- Bekämpfung von Pilzkrankungen und Insekten
- Einzäunung der Samenplantagen
- Kronengestaltung der Pflöplinge.

Kurze Beschreibung der wichtigsten Saatgutquellen in Bulgarien

Derzeit gibt es in Bulgarien 5.579 Saatguterntebestände mit 13 Nadelbaum- und 30 Laubbaumarten (Tab. 1). Die Gesamtfläche beträgt 50.476,9 ha – 20.924,4 ha bei den Nadelbaumarten und 29.552,5 ha bei den Laubbaumarten.

Die größte Fläche bei den Nadelbaumarten haben die Kiefern Saatguterntebestände. Die Gemeine Kiefer ist am wichtigsten für die Aufforstungen und als einheimische Baumart am weitesten verbreitet in Bulgarien. Die vor allem natürlichen Saatgutbestände liegen auf einer Meereshöhe von 1.200 bis 1.600 m. In niedrigeren Höhenlagen befinden sich Forstkulturen mit gutem Wachstum und guter Holzqualität.

An zweiter Stelle bei den Nadelbaumarten steht die Fichte mit 6.113 ha Saatguterntebeständen, deren optimales Verbreitungsgebiet auf einer Höhe von 1.400 bis 1.800 m über dem Meeresspiegel liegt.

Auch die Schwarzkiefer ist ein wichtiger einheimischer Nadelbaum für Aufforstungen auf ärmeren, erodierten Flächen in der Höhe von bis zu 800 m. Als wertvollste und effektivste Schwarzkiefernpopulationen haben sich diejenigen erwiesen, die im Gebirge in einer Höhe von 1.000 bis 1.200 m wachsen. Darüber hinaus wurden auch einige ältere wüchsige Schwarzkiefernkulturen in niedrigeren Höhenlagen (von 300 bis 600-800 m über NN) für Saatguterntebestände ausgewählt. Die Gesamtfläche der Erntebestände beträgt etwa 2.536 ha.

Die Weißtanne mit 1.155 ha Erntebeständen erfüllt die Nachfrage nach Tannen-Saatgut.

690 ha Erntebestände entfallen auf *Pinus peuce*. Es handelt sich dabei um natürliche Bestände auf einer Höhe von 1.600 bis 2.000 m und Forstkulturen mit gutem Wachstum auf einer Höhe von 1.000 bis 1.600 m. Diese Bestände liefern das Saatgut für die Aufforstungen in Höhenlagen.

Pinus heldreichii hat eine begrenzte Verbreitung und Verwendung, weshalb nur 61 ha als Erntebestände ausgewiesen sind, genug um Saatgut dieser Baumart zu gewinnen.

Die bedeutendste ausländische Nadelbaumart in Bulgarien ist die Douglasie mit 122 ha Erntebeständen. Es sind ältere und wüchsige Douglasienkulturen, die schon reichlich fruktifizieren und qualitativ hochwertig sind. Außerdem bestehen Erntebestände von exotischen Nadelbaumarten wie Strobe, Lärche, Zeder u.a.

Tab. 1: Anzahl und Fläche der Saatguterntebestände in Bulgarien
Number and area of seed production stands in Bulgaria

Baumarten	Anzahl	Fläche [ha]
Nadelbaumarten	2.753	20.924,4
<i>Abies alba</i> Mill.	167	1.155,2
<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	1	0,3
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Man. ex Carr.	4	8,4
<i>Larix decidua</i> Mill.	5	4,7
<i>Picea abies</i> Karst.	870	6.113,2
<i>Pinus heldreichii</i> Christ.	6	61,9
<i>Pinus nigra</i> Arnold.	403	2.536,5
<i>Pinus nigra ssp. corsicana</i>	1	0,2
<i>Pinus peuce</i> Grieseb.	67	691,6
<i>Pinus strobus</i> L.	5	14,5
<i>Pinus sylvestris</i> L.	1.181	10.215,7
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.)Franco	42	122
<i>Taxodium distichum</i> Rich.	1	0,2
Laubbaumarten	2.826	29.552,5
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	6	14
<i>Alnus</i> spp.	6	1,9
<i>Betula pendula</i> Roth.	23	229,8
<i>Carpinus betulus</i> L:	15	493,6
<i>Castanea sativa</i> Mill.	15	112,9
<i>Corylus colurna</i> L.	1	0,8
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	88	740,3
<i>Fagus sylvatica</i> L..	1.169	12.550,7
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	8	50,2
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.	21	329,8
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	2	2,4
<i>Juglans nigra</i> L.	3	4,8
<i>Morus</i> spp.	1	1,1
<i>Platanus orientalis</i> L.	2	3,4
<i>Populus alba</i> L.	1	1,3
<i>Populus tremula</i> L.	21	150,4
<i>Pyrus communis</i> L.	1	0,8
<i>Quercus frainetto</i> Ten.	312	3.657,1
<i>Quercus petraea</i> Liebl.	638	6.924,8
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	1	17,8
<i>Quercus robur</i> L.	32	273,3
<i>Quercus rubra</i> L.	134	680,2
<i>Quercus suber</i> L.	1	7,5
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	25	105,3
<i>Salix alba</i> L.	1	2,7
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	2	12,9
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	21	188
<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	143	1.440
<i>Ulmus</i> spp.	5	17,8
Total	5.579	50.476,9

Bei den Laubbäumen bilden die Rotbuche mit 12.550 ha und die Traubeneiche mit 6.924 ha die größten Saatguterntebestände. Sie garantieren die notwendigen Saatgutmengen für Aufforstungen und Ergänzungen im Rahmen von Naturverjüngungen. 740 ha Erntebestände sind der Orientbuche vorbehalten, die für Bulgarien das westlichste Verbreitungsgebiet darstellt.

Die Stieleiche kommt im Flachland gruppenweise und einzeln vor. Deshalb ist die Saatguternte nur in geringem Umfang möglich. Größere Verbreitung haben die Ungarische Eiche und die Zerreiche mit Erntebeständen von 3.657,1 bzw. 1.536,9 ha.

Die Silberlinde ist im Hügelland und Vorgebirge verbreitet und umfasst 1.440 ha Erntebestände. In Aufforstungen wird sie oft in der Nachbarschaft von Eichen verwendet, die ihr Wachstum fördern und den Boden verbessern.

Die Sandbirke wächst in den Bergen auf einer Höhe von 800 bis 2.100 m. In Aufforstungen wird sie mit der Gemeinen Kiefer und der Schwarzkiefer sowie anderen Laubbaumarten, wie z.B. Linden, Feldahorn und Spitzahorn, gemischt. Es bestehen 229 ha Birkenerntebestände.

Von ausländischen Laubbaumarten wurden Saatguterntebestände für die Roteiche, Robinie, Gleditschie, Korkeiche und Schwarznuss angelegt.

Als zweite Saatgutquelle gibt es die Samenplantagen. Von den 459,5 ha Samenplantagen sind 366,4 ha generativen und 93,1 ha vegetativen Ursprungs (Tab. 2). Über 90 % der generativen Samenplantagen bestehen aus Nadelbaumarten – 237 ha für Gemeine Kiefer, 101 ha für Schwarzkiefer und 4,2 ha für *Pinus peuce*. Die Gemeine Kiefer und die Schwarzkiefer wurden in der Vergangenheit bei Aufforstungen am häufigsten verwendet. Deshalb war das Ziel die Erhaltung der wertvollsten Kiefernpopulationen "in situ" und eine Erleichterung bei der Ernte. In den letzten Jahren werden immer mehr Laubbaumarten bevorzugt. Inzwischen haben wir schon generative Samenplantagen für die Korkeiche, Silberlinde und Stieleiche. Besondere Bedeutung kommt den Stieleichensamenplantagen zu, deren Genressourcen stark begrenzt sind und die daher

einer Erweiterung bedürfen. Im Jahre 2005 wurde eine weitere generative Stieleichensamenplantage angelegt. Für die Zukunft geplant ist die Gründung generativer Samenplantagen für Traubeneichen, Linden und Ulmen.

Tab. 2: Samenplantagen in Bulgarien
Seed orchards in Bulgaria

Baumarten	Generative [ha]	Vegetative [ha]
<i>Abies alba</i> Mill.		3,0
<i>Pinus nigra</i> Arnold.	101,1	11,2
<i>Pinus peuce</i> Griesb.	4,2	2,8
<i>Pinus sylvestris</i> L.	237,4	13,6
<i>Quercus robur</i> L.	1,3	
<i>Quercus suber</i> L.	12,0	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.		61,5
<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	10,4	1,0
Total	366,4	90,1

Vegetative Samenplantagen werden in Bulgarien mit Pfropflingen angelegt. Reiser stammen von Plusbäumen der Saatguterntebestände gewonnen. Bis heute wurden insgesamt etwa 5.800 Plusbäume ausgewählt. Über 65 % der vegetativen Samenplantagen wurden mit verschiedenen Klonen der Robinie angepflanzt (Tab. 2). Ziel ist eine Verbesserung der genetisch-züchterischen Struktur der Robinienkulturen. Der übrige Teil der vegetativen Samenplantagen besteht aus Nadelbaumarten - hauptsächlich der gemeinen Kiefer und Schwarzkiefer, weniger aus Weißtanne und *Pinus peuce*.

In Bulgarien gehören zur Forsttechnischen Universität in Sofia zwei Ausbildungsforstämter. Dort legt man vegetative Samenplantagen aus Gemeiner Kiefer, *Pinus peuce* und Fichte an. Außerdem gibt es Versuche mit vegetativen Pflanzen, deren Erbeigenschaften mit denen von ausgewählten Plusbäumen wie Strobe und Douglasie identisch sind. Diese Pflanzen gelten als wertvolle Saatgutquellen.

Zukünftige Aufgaben und Perspektiven für die Entwicklung der Saatgutproduktion in Bulgarien

1. Garantie für eine Saatguternte nur aus zugelassenen, registrierten Quellen und präzise Kontrolle der Herkunft.
2. Spezifizierung und Registrierung neuer Plusbäume als Saatgutquelle bei der Gründung von Samenplantagen und Provenienzversuchen.
3. Erweiterung der Saatgutproduktion in Richtung auf trockenheitsresistente Baumarten und deren Herkünfte.
4. Anlage von Samenplantagen für Laubbaumarten wie Eiche, Ahorn, Esche, Ulme und Vogelkirsche.
5. Aktualisierung der Erntebestände entsprechend der Veränderung ihres Zustands.
6. Ausführliche Katalogisierung der Saatgutverwendung mit Anfertigung von Karten über die Herkunftsgebiete für Saatgut der Kategorien "quellengesichert" und "ausgewählt".

Literatur

- BODZAKOV P., TERZIEV, I. (1962): Veranstaltung zum Thema Saatguterntebestände, Zemizdat, Sofia, 171 Seiten (in Bulg.).
- BOJINOVA, S. (2002): Der Wald beginnt beim Samen, *Gora*, 1:10-11 (in Bulg.).
- DOBRINOV, I., G. DOJKOV, V. GAGOV. (1982): Forstliche Genressourcen in der Volksrepublik Bulgarien, Zemizdat, Sofia, 258 Seiten (in Bulg.).
- JEKIN, D. (2002): Gesammelte Erfahrung hilft in der Zukunft, *Gora*, 1, 11 (in Bulg.).
- VELKOV, D. (1950): Grundlagen für die Organisation der Saatgutproduktion in Bulgarien, *Sammelband der Zentralen Forstlichen Forschungsinstitute*, Buch 6, Zemizdat, Sofia: 3-88 (in Bulg. mit russ. und franz. Abstract).
- VELKOV, D. (1960): Forstliche Saatgutproduktion, Zemizdat, Sofia, 230 Seiten (in Bulg.).
- VELKOV, D. (1983): Grundlagen der Organisation einer Elite-Saatgutproduktion, *Gorsko stopanstvo*, 2: 38 – 42 (in Bulg.).

Danksagung

Die Autoren danken Frau Svilena Bojinova, Direktorin der Saatgutprüfstation in Sofia; Frau Anna Petrakieva, Staatsforstverwaltung, Sofia; Dr. Georgi Hinkov, Forstwissenschaftliches Institut der Bulgarischen Akademie für Wissenschaft und Frau Claudia Vogel für die technische Unterstützung bei der Vorbereitung dieser Arbeit.

Anschrift der Autoren:

Doz. Dr. Krassimira Petkova, Forsttechnische Universität, bul"Kl.Ochridski" 10, 1756 Sofia, Bulgarien, Tel.+359291907/273, Fax:+35928622830, E-Mail: kpet@abv.bg

Doz. Dr. Milko Milev, Forsttechnische Universität, bul"Kl.Ochridski" 10, 1756 Sofia, Bulgarien, Tel.+359291907/271, Fax:+35928622830, E-Mail: m_milev@abv.bg

Dr. Nasko Iliev, Forsttechnische Universität, bul"Kl.Ochridski" 10, 1756 Sofia, Bulgarien, Tel.+359291907/273, Fax:+35928622830, E-Mail: naskoiliev@abv.bg

Forstliche Genressourcen im Alpenbereich – Erfahrungen aus dem EU-Projekt "BAFE"

Gerhard Müller-Starck

Zusammenfassung

Eine Vielzahl von Initiativen betont die Notwendigkeit des Ressourcenschutzes im Alpenbereich. Herausragende Beispiele sind „Men and the Biosphere“, „Mountain research initiative“ und NATURA 2000.

Das Projekt „Biodiversity in Alpine Forest Ecosystems: Analysis, protection and management“ (BAFE) ist ein Zusammenschluss von 11 Arbeitsgruppen aus 5 Ländern (Österreich, Deutschland, Frankreich, Italien, Schweiz). Von 1997-2001 wurden auf 192 Versuchsflächen (verteilt auf 15 Transekte) und drei intensiv erfassten Flächen (ISPs) unter Berücksichtigung von Altbeständen, Jungwuchs und Saatgutstichproben insgesamt 22.600 Individuen der Baumarten Fichte (*Picea abies*), Tanne (*Abies alba*), Lärche (*Larix decidua*), Arve (*Pinus cembra*) und Latsche (*Pinus mugo*) untersucht. Es wurden Multilocus-Genotypen (Isoenzyme, cpSSRs, nSSRs) erfasst und in den drei ISPs auch morphologische Merkmale. Zusätzlich wurden 5 Aufforstungsversuche angelegt, deren Auswertungen noch nicht abgeschlossen sind.

Wie bei den meisten Waldbaumarten ist die Variation innerhalb der Bestände groß, während die geographische Differenzierung relativ gering ausfällt. Die Variationsparameter zeigen die geringsten Werte bei der Lärche und teilweise auch der Tanne, während die Latsche die weitestgehenden Werte repräsentiert. Die genetische Differenzierung zwischen verschiedenen Höhenlagen des montanen bis subalpinen Bereiches ist deutlich geringer, als diejenige zwischen den West- und den Ostalpen. Die Erhaltung genetischer Ressourcen erscheint vor allem für Lärche und Tanne aber auch für die Arve vordringlich. Bei den Vergleichen von Waldbeständen und ihrer Naturverjüngung zeigt sich vor allem im Falle der Lärche, dass die Nachkommenschaften die jeweiligen Altbestände nur sehr unzureichend repräsentieren. In solchen Fällen erscheint es fragwürdig, allein auf Naturverjüngung zu setzen. Die nachgewiesenen Variationswerte und Inzuchtbelastungen sind wertvolle Parameter für die genetische Zertifizierung von forstlichem Vermehrungsgut. Die fünf Aufforstungsversuche mit Provenienzen aus unterschiedlichen Höhenlagen zeigen bisher eine sehr ausgeprägte Differenzierung hinsichtlich Wachstum und Absterberate.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse die Bedeutung genetischer Parameter als Kriterien und Indikatoren für einen nachhaltigen Umgang mit genetischen Ressourcen in Bergwaldökosystemen.

Forest genetic resources of the Alps - experiences derived from the EU project "BAFE"

Abstract

Various initiatives underline the necessity of protecting natural resources of the Alps. Prominent examples are „Men and the Biosphere“, „Mountain research initiative“ and NATURA 2000.

The project „Biodiversity in Alpine Forest Ecosystems: Analysis, protection and management“ (BAFE) combines 11 working groups of 5 countries (Austria, France, Germany, Italy, Switzerland). During 1997-2001 a total of 22.600 individuals was studied along 192 sample plots (associated to 15 transects) and three intensively studied plots (ISPs) with inclusion of adult stands, natural regeneration and seed samples of Norway spruce (*Picea abies*), silver fir (*Abies alba*), European Larch (*Larix decidua*), stone pine (*Pinus cembra*) and mountain dwarf pine (*Pinus mugo*). Multi-locus genotypes of all individuals were assessed (isoenzyme gene

markers, cpSSRs, nSSRs) and morphological traits studied additionally at the ISPs. In addition, five afforestation trials were established, the evaluation of which is still in progress.

Like in many other tree species, the studied ones reflect large intrapopulational variation and relatively small geographical differentiation.

Variation parameters indicate lowest values for larch and in many cases also for silver fir while the mountain dwarf pine shows maximum values. The genetic differentiation between altitudes at mountainous and sub-alpine vegetation zones is much smaller than between the western and the eastern parts of the Alps. The conservation of genetic resources appears particularly important in case of larch, silver fir and also stone pine. The comparison between adult stands and corresponding natural regeneration demonstrates particularly in the case of larch that offspring does not sufficiently represent the genetic variation of the adult stands. In such cases, the counting on only natural regeneration appears dubious. The assessed genetic variation and loads of inbreeding are valuable parameters for genetic certification of forest reproductive material. The five afforestation trials which include provenances from different altitudes, reveal an extraordinary differentiation with respect to growth and mortality.

Generally, the results clearly demonstrate the relevance of genetic parameters as criteria and indicators for the sustainable management of genetic resources in mountain forest ecosystems.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Gerhard Müller-Starck

Technische Universität München, Fachgebiet Forstgenetik,

Wissenschaftszentrum Weißenstephan, Am Hochanger 13, 85354 Freising

Konzeption zur Erhaltung forstlicher Genressourcen bei den Tschechischen Staatsforsten (Lesy České republiky státní podnik)

Josef Svoboda und Jaroslav Zezula

Zusammenfassung

Die Generaldirektion der Tschechischen Staatsforsten bewirtschaftet mit 1,3 Million ha Wald mehr als die Hälfte der gesamten tschechischen Waldfläche. Jährlich werden etwa 12.000 ha verjüngt, wobei die Masse des Vermehrungsgutes eigenen zertifizierten Beständen entstammt. Die Tschechischen Staatsforsten sind bemüht, die forstlichen Genressourcen nachhaltig zu bewirtschaften und bedrohte Populationen zu erhalten. Sie betreuen etwa 85% aller forstlichen Genressourcen der Tschechischen Republik. Einen Schwerpunkt der Erhaltung bilden In-situ-Maßnahmen, die im Rahmen des normalen Waldbaus durchgeführt werden können. Dies sind z.B. die Förderung der natürlichen Verjüngung geeigneter Ausgangsbestände, aber auch besondere Maßnahmen, wie die Auswahl von Generhaltungsbeständen oder die Anlage von Samenplantagen. Die Staatsforsten können den Markt in der Tschechischen Republik meistens mit Saatgut sehr guter Qualität aus eigenen Quellen versorgen. Bei den Erntebeständen müssen sich die Staatsforsten zukünftig mehr auf die Traubeneiche konzentrieren und neue Saatgutbestände auswählen und zulassen. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob Samenplantagen der zweiten Generation angelegt werden sollen.

Concept for the conservation of forest genetic resources in the state forests of the Czech Republic

Abstract

The Directorate-General of the Czech Republic's State Forests manages 1,3 millions ha of forest land, which represents more than 50% of the total forest area in the Czech Republic. Annually, the state enterprise regenerates about 12 thousand ha of forests. The majority of gene resources in the Czech Republic comes from the enterprise's own certified stands. The interests of the State Forests of the Czech Republic are a sustainable use of gene resources from common forest tree populations and the conservation of populations of endangered forest tree ecotypes. The majority of measures intended to conserve gene resources are practically taken within silvicultural measures (support of natural regeneration from appropriate parent stands) or within special measures, such as the declaration of gene bases, and the creation of seed orchards etc.

Planned individual measures regarding forest tree gene resources are explained in detail in the "Concept of Forest Tree Gene Conservation for Years 2000 – 2009".

The State Forests of the Czech Republic manages 85% of the total area of all gene resources in the Czech Republic, and its task is to use these quality gene resources on the market in the most effective way.

Einleitung

Der Staatsbetrieb Tschechische Staatsforsten wurde am 1. Januar 1992 vom Landwirtschaftsministerium gegründet. Die Direktion des Betriebes befindet sich in Hradec Králové. Den Betrieb leitet Herr Generaldirektor Dipl.

Ing. Vladimír Blahuta. Um sich eine Vorstellung über die Größe des Betriebes machen zu können, sind in Tabelle 1 die wichtigsten Wirtschaftskennziffern angeführt.

Tab. 1: Wichtige Wirtschaftskennziffern der Tschechischen Staatsforsten im Jahr 2004
Important economic indices of the State Forests of the Czech Republic in 2004

Jahr / year	2004
Waldfläche (ha) / <i>forest land area (ha)</i>	1.333.000
Holzeinschlag (m ³) / <i>logging (m³)</i>	7.653.000
Holzeinschlag m ³ /ha der Waldfläche/ <i>logging m³ /ha of forest land area</i>	5,74
Walderneuerung (ha) / <i>regeneration (ha)</i>	12.609
Jungbestandespflege (Dickung und erste Durchforstungen) (ha) / <i>tending of young stands (ha)</i>	69.307
Gesamtertrag (Mio. Kronen) / <i>total yields (mil. CZK)</i>	5.801
Ertrag aus laufender Geschäftstätigkeit (Mio. Kronen) / <i>yields of running business activities (mil. CZK)</i>	4.961
Gesamtkosten (Mio. Kronen) / <i>total costs (mil. CZK)</i>	5.332
Kosten der Betriebstätigkeit (Mio. Kronen) / <i>running costs (mil. CZK)</i>	4.731
Personalaufwand (Mio. Kronen) / <i>personnel costs (mil. CZK)</i>	1.007
Betriebserfolg (EBIT) nach Steuern (Mio. Kronen) / <i>economic result after tax (mil. CZK)</i>	469
Personalbestand / <i>number of employees</i>	3.436

Die von den Staatsforsten bewirtschaftete Waldfläche beträgt 50 % der gesamten Waldfläche der Tschechischen Republik.

Warum messen die Staatsforste der Forstgenetik so hohen Wert bei?

Erstens aus forstpolitischen Gründen.

Die Sorge um die forstlichen Genressourcen ist bei den Tschechischen Staatsforsten sowohl eine langfristige als auch eine kurzfristige Aufgabe der Betriebspolitik. Die Forstpolitik des Betriebes gründet sich natürlich auf die Staatsforstpolitik. Nach dem Forstgesetz Nr. 289/1995 Sb., § 11, Absatz 2, ist jeder Waldbesitzer bei der Waldbewirtschaftung verpflichtet, die Genressourcen zu erhalten und zu schützen.

Zweitens aus Gründen der Erhöhung der Holzproduktion, der Holzqualität, der Förderung der Vielfalt innerhalb der Baum- und Straucharten usw.

Drittens aus Erhaltungsgründen bei bedrohten Populationen der Baum- und Straucharten, die man in den Beständen durch Untertassen nicht nur konservieren, sondern aktiv mit waldbaulichen Maßnahmen für die Erneuerung vorbereiten sollte.

Grundlegende strategische Unterlagen der Staatsforsten zu den Genressourcen

Die ersten ganzheitlichen Unterlagen zur Erhaltung und Entwicklung der forstlichen Genressourcen traten im Jahre 1994 bei den Staatsforsten in Kraft.

In den Jahren 1995 und 1996 kam es in der Forstgesetzgebung in Tschechien zu wesentlichen Veränderungen. Es wurde das alte Prinzip der großräumigen Kahlhiebe verlassen und das Nachhaltigkeitsprinzip in die Waldbewirtschaftung neu eingeführt. Dieser neue Trend war mit der Erhöhung des Anteiles der Laubbaumarten und der Tanne an der Walderneuerung verbunden.

Auf diese neue Situation musste man reagieren und deswegen wurde eine neugefasste Konzeption zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen für die Periode 2000 – 2009 entwickelt. Die Prinzipien der Pflege der Genressourcen wurde auch in anderen strategischen Unterlagen der Staatsforsten verankert, z. B. im Programm der Nachhaltigen Waldbewirtschaftung (2000).

In der Tschechischen Republik stellt die innerbetriebliche Konzeption zur Erhaltung der Genressourcen einen sehr detaillierten Plan zur Durchsetzung der langfristigen und kurzfristigen Ziele der Staatsforsten dar. Diese Ziele werden schrittweise und gezielt auf den vom Staat bewirtschafteten 50 % der Gesamtwaldfläche Tschechiens in die Praxis umgesetzt.

Immer wenn wir in Tschechien über die praktisch umgesetzte Konzeption der Generhaltung reden, handelt es sich um die von den Staatsforsten erarbeiteten Unterlagen.

An diesem Konzept knüpft die innerbetriebliche Richtlinie an, die sich ausführlich mit der Samenernte bei den Staatsforsten und dem Samenverkauf an Baumschuler befasst. Im Prinzip wird soweit als möglich fast alles Saatgut, das zur Deckung des Pflanzenbedarfs der Staatsforste gebraucht wird, in eigener Regie aus eigenen anerkannten Saat-

gutquellen besorgt. Die Zapfen werden obligatorisch in der eigenen Klenganstalt in Týniště nad Orlicí geklenzt, gereinigt und eingelagert.

Hauptziele der Konzeption zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen bei den Staatsforsten für die Periode 2000 - 2009

Das grundsätzliche Ziel dieser Konzeption ist die Koppelung der fachlichen und theoretischen Ausgangspunkte mit der Betriebspraxis. Deshalb wird die Erhaltung der Genressourcen auf zwei Ebenen betrieben:

Maßnahmen auf der Betriebsfläche

Diese Maßnahmen werden von Seiten der einzelnen Forstverwaltungen und Forstbetriebe geplant und alltäglich von den Revierleitern realisiert. Bei solchen Maßnahmen sind flächendeckend folgende Aspekte umzusetzen:

- Bevorzugte Anwendung der Naturverjüngung der Waldbestände als kontinuierlicher Prozess ihrer Entwicklung,
- Gewährleistung der ordentlichen Bewirtschaftung der Genressourcen in Waldbeständen, insbesondere der zugelassenen Bestände für die Gewinnung des Vermehrungsgutes und der Genreservate (Mindestgröße 100 ha),
- Durchführung der Walderneuerung (Naturverjüngung oder Pflanzung) mit dem Ziel, durch richtige Herkunftswahl und richtige Artenzusammensetzung der zu verjüngenden Bestände die bestmöglichen Voraussetzungen für hohe Volumenproduktion, Qualität, Stabilität und Vitalität der Bestände zu schaffen.

Zu den flächendeckenden Maßnahmen zählen auch weitere Tätigkeiten der Staatsforsten:

- Planungsvorschau des Pflanzenmaterials für die nächsten 4 Jahre. Eine solche Planung, die jährlich aktualisiert wird, ist für die Feststellung der optimalen Saatgutvorräte der Staatsforsten und des Bedarfs an Saatgut für die Aussaat in den Baumschulen (2 – 5 jähriger Zyklus des Pflanzenanbaues) unerlässlich. Der laufende Saatgutbedarf des Handels ist grundsätzlich mit Saatgut aus den Staatsforsten abzudecken.
- Um den ganzen Prozess der Samengewinnung abzusichern, betreiben die Staatsforsten eine eigene Klenganstalt in Týniště nad Orlicí. Dort werden die Zapfen von Kiefer, Fichte und Lärche aus den Saatguterntebeständen der Staatsforsten obligatorisch geklenget. Diese einzige Klenganstalt in der Tschechischen Republik arbeitet auch für andere Waldbesitzer und Baumschuler. In der Klenganstalt wird das Saatgut sowohl kurzfristig (bis 10 Jahre) als auch langfristig (mehr als 10 Jahre) gelagert. Sie verfügt über klimatisierbare Kühlzellen mit einem Temperaturbereich von +5° bis – 20°. Alte Vorräte werden kontinuierlich ausgetauscht. In der Klenganstalt wurde ebenfalls die forstliche Genbank zur Einlagerung regionaler Baumartenpopulationen eingerichtet.
- Bei den Staatsforsten wurde 1994 das System der sog. beauftragten Produzenten des Pflanzenmaterials einge-

führt. Im Prinzip bedeutet dies, dass diese Produzenten unter der Kontrolle der Staatsforste stehen.

- Permanente Verbindung mit dem Baumschulverband der Tschechischen Republik.

Spezielle Maßnahmen zur Erhaltung der forstlichen Genressourcen

Diese Maßnahmen sind von den Spezialisten für Genetik erarbeitet worden. Folgende Aspekte besitzen besonderes Gewicht:

- Auswahl geeigneter Bestände als Genreservate,
- Auswahl geeignete Bestände für ihre Zulassung als ausgewählte und quellengesicherte Kategorien (Saatguterntebestände),
- Anlage und Pflege von Samenplantagen und Optimierung von Klongemischen, verbunden mit der Pflege aller Plantagen (z.B. Erziehung der Pflöpflinge)
- Auswahl und Zulassung geeigneter Familieneltern und Klone,
- Erhaltungsmaßnahmen für die am stärksten gefährdeten Populationen von Baum- und Straucharten.

Aktueller Bestand der forstlichen Genressourcen bei den Staatsforsten

Die folgende Tabelle 2 gibt eine Übersicht des aktuellen Bestandes der von den Staatsforsten bewirtschafteten Genressourcen.

Tab. 2: Übersicht des aktuellen Bestandes der Genressourcen in der Verwaltung der Tschechischen Staatsforsten
Review of actual gene resources in the State Forests of the Czech Republic

Art der Genressourcen/ Gene resources	Anzahl / number	Fläche (Hektar) / area (ha)
Genreservate/ Gene reserves	186	86.293
Samenplantagen/ Seed orchads	98	245
Familieneltern und Klone/ Parental trees and clones		6.651
Ausgewählte Saatguterntebestände der phänotypischen Kategorie A*/ Selected stands, phenotypic class A		10.544
Ausgewählte Saatguterntebestände der phänotypischen Kategorie B / Selected stands, phenotypic class B		67.040
Quellengesicherte Saatguterntebestände/ Identified stands		4.196

* Anmerkung:

Bei der Forsteinrichtung werden alle Baumarten ab einem gewissen Alter (je nach Baumart verschieden, allgemein aber ab 60 Jahren) in eine von vier möglichen Klassen (A, B, C, D) eingestuft. Phänotypische Klassen A, B – beste Bestände bezüglich der Qualität, Volumenproduktion, Gesundheit; C – durchschnittliche Bestände; D – ungeeignete Bestände.

Die Genreservate sind für bestimmte Baumarten amtlich anerkannt. In den Genreservaten richtet man sich nach besonderen Vorschriften für die laufende Bewirtschaftung. Zum Beispiel ist bei der Verjüngung der Baumarten, für die das Genreservat anerkannt wurde, nur die Naturverjüngung zugelassen.

Personelle und fachliche Absicherung der Erhaltung der Genressourcen bei den Staatsforsten

Die Leitung der Staatsforsten der Tschechischen Republik ist in drei Stufen aufgeteilt (Generaldirektion, 13 Regionaldirektionen

und 80 Forstverwaltungen, 5 Forstbetriebe). Die Generaldirektion befasst sich mit der Genetik und dem Forstvermehrungsgut in der Sektion für Forstwirtschaft und Naturschutz. Diese Sektion leitet methodisch die untergeordneten 13 Regionalinspektorate, in denen Inspektoren für Genetik, Waldbau und Forstschutz arbeiten. Diese Inspektoren beraten die Forstverwaltungen und Forstbetriebe bei den vorgesehenen Maßnahmen und kontrollieren die realisierten Maßnahmen. Bei 4 Regionalinspektoraten sind spezialisierte Dienststellen eingerichtet, deren Mitarbeiter für die Umsetzung der Konzeption zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen bei den Staatsforsten verantwortlich sind. In Abbildung 1 ist farblich der Tätigkeitsbereich von vier Spezialisten für Genetik dargestellt. Diese Gebiete orientieren sich vor allem an den sog. Wuchsgebieten (Tschechien ist in 41 Wuchsgebiete aufgeteilt, in denen ähnliche Naturbedingungen herrschen). Die Organisation ist absichtlich so angelegt, um die Planung der Samenernte in einem Wuchsgebiet und das Verbringen des Forstvermehrungsgutes aus einem Wuchsgebiet in andere zu erleichtern.

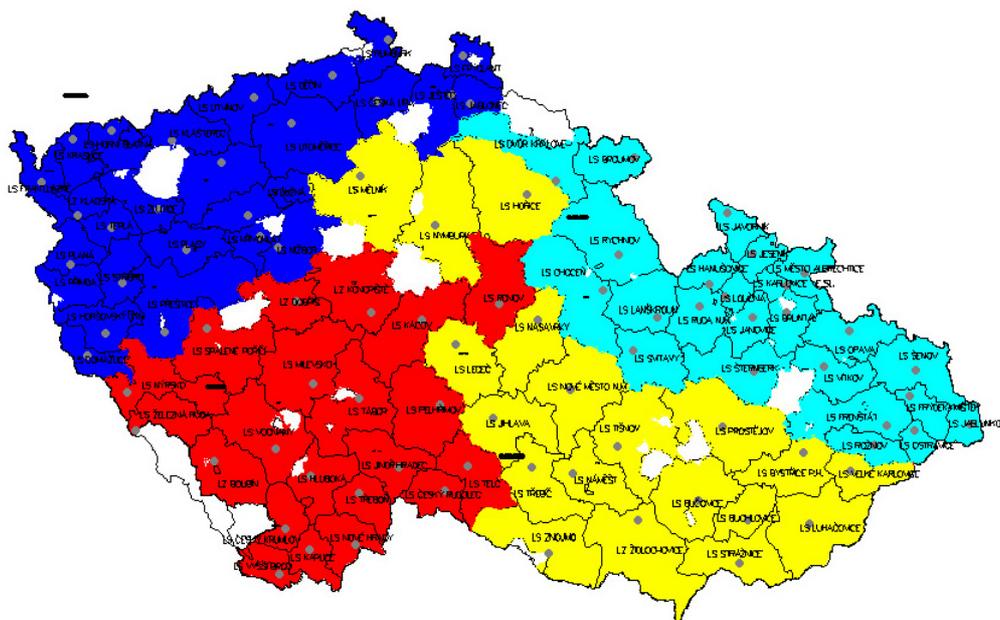


Abb. 1: Tätigkeitsbereich von 4 Spezialisten für Genetik bei den Tschechischen Staatsforsten
Territorial activity of four experts for genetics within the State Forests of the Czech Republic

Zentrale Datenbank der zugelassenen Genressourcen bei den Staatsforsten

Da die Staatsforsten der hauptsächliche Verwalter der zugelassenen Genressourcen in der Tschechischen Republik sind (85 % aller Genressourcen), wurde seit Jahresmitte 2005 aus Gründen der besseren Übersicht über das geerntete Saatgut eine digitale, zentrale Datenbank (Software mit dem Namen „GenEv“) der zugelassenen Genressourcen erstellt. Jede Forstverwaltung oder jeder Forstbetrieb hat nur Zugriff auf die Daten, die ihre eigenen bewirtschafteten Ge-

biete betreffen. In der Datenbank werden ausführliche Informationen über die Genreservate, Saatguterntebestände, Samenplantagen, Familieneltern, Klone und Klonmischungen gespeichert. Die Datenbank ist in Anhalt an die Liste der Zulassungszeichen aufgebaut. Die Zusammenstellung der Zulassungszeichen ist gesetzlich definiert (nach dem Forstvermehrungsgesetz Nr. 149/2003 Sb.).

Das Hauptfenster des Programms GenEv für die Saatguterntebestände ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

Abb. 2: Hauptfenster der Software „GenEv“ – Saatguterntebestände
Basic windows of the program “GenEv” – certified stands for seed collection

Evidence genových zdrojů - [Rozšířené zobrazení dle fenotypové třídy a dřeviny]																			
Menu Číselníky Úpravy dat Dotazy Výměna dat Servis Okno Návoděda																			
Nový Oprava Smaž Formuláře LHP Zavři																			
Metadata																			
OJ	LHC	FT	Typ zdroje	Kategorie zdroje	Dřevina	Dřevina zkratka	Plocha dřeviny												
161	1144	C	2C - porost fenotypové třídy C	1 - identifikovaný	10	JD	15,79												
161	1144	C	2C - porost fenotypové třídy C	1 - identifikovaný	21	BOC	1,1												
161	1144	C	2C - porost fenotypové třídy C	1 - identifikovaný	40	DB	6,73												
161	1144	C	2C - porost fenotypové třídy C	1 - identifikovaný	50	BK	240,27												
161	1144	C	2C - porost fenotypové třídy C	1 - identifikovaný	51	HR	4,15												
Seznam UJ podle ORP																			
Dřevina	Dřevina	Kategorie zdroje	Typ zdroje	FT	Evidenční číslo 29	Evidenční číslo 82	LHC	ORP	Kraj	Plocha dřeviny	PLO	LVS	GZ						
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-11111-31-1-E	C-JD-123-31-1-U0	1144	Lanškroun	E	0,09	31	1							
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-21215-31-5-E	C-JD-230-31-5-U0	1144	Lanškroun	E	1,5	31	5							
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-45454-31-5-E	C-JD-550-31-5-SY	1144	Svitavy	E	3,53	31	5							
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-45412-31-4-E	C-JD-600-31-4-SY	1144	Litomyšl	E	0,18	31	4							
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-45412-31-5-E	C-JD-550-31-5-SY	1144	Litomyšl	E	2,48	31	5							
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-31-4-E		1144	Svitavy	E	1,88	31	4							
10	JD	1 - identifikovaný	2C - porost fenotypové třídy C	C	CZ-1-2C-JD-31-4-E		1144	Mladá Boleslav	E	2,22	31	5							
Seznam etází podle UJ a ORP																			
Oddělení	Dílec	Psk	Etáž	Plocha psk	Plocha dř.	Věk	Zakm	Zast	Bonita	LT	Původ UJ	ORP	Slouče	Těžba TO	Těž %	Zásoba	PLO	LVS	Kraj
154	D	09	09	4,65	0,79	85	7	17	26	5P2	3	Svitavy	Kraj	57		275	31	5	E
155	F	09a	09a	4,49	0,58	85	8	13	30	5P2	3	Svitavy	Kraj	29		267	31	5	E
174	B	12	12	0,66	0,33	120	6	50	30	5S1	3	Svitavy	Kraj			137	31	5	E
202	G	11	11	1,58	0,32	103	5	20	26	5S1	3	Svitavy	Kraj			86	31	5	E
302	B	11a	11a	0,56	0,08	105	7	15	26	5S1	3	Svitavy	Kraj			34	31	5	E
404	C	14	14	0,55	0,06	131	9	11	26	5K6	3	Svitavy	Kraj			35	31	5	E
405	E	10	10	1,03	0,21	95	8	20	30	5I4	3	Svitavy	Kraj			109	31	5	E
405	E	12	12	1,33	0,19	111	8	14	30	5I4	3	Svitavy	Kraj			103	31	5	E
412	A	11	11	1,07	0,27	101	5	25	18	5S1	3	Svitavy	Kraj			45	31	5	E
413	C	09b	09b	1,28	0,14	87	2	11	30	5K1	3	Svitavy	Kraj			17	31	5	E
420	A	11	11	2	0,56	108	8	28	28	5S1	3	Svitavy	Kraj			270	31	5	E

Die Datenbank ermöglicht außerdem die digitale Ausstellung aller Formulare zur Erzeugung von forstlichem Vermehrungsgut (Anzeige über die Erzeugung des Vermehrungsgutes, Lieferpapiere). Der Austausch aller Zulassungsanträge zwischen der Forstverwaltung und der Forstbehörde für alle Arten von Ausgangsmaterial erfolgt ebenfalls elektronisch mit Hilfe der Software „GenEv“.

Anschrift der Autoren:

Dipl. Ing. Josef Svoboda, M.Sc.
Dipl. Ing. Jaroslav Zezula
Generaldirektion der Tschechischen Staatsforsten (LČR, s.p.)
Přemyslova 1106
CZ-501 68 Hradec Králové
Tschechische Republik

Impulsreferate

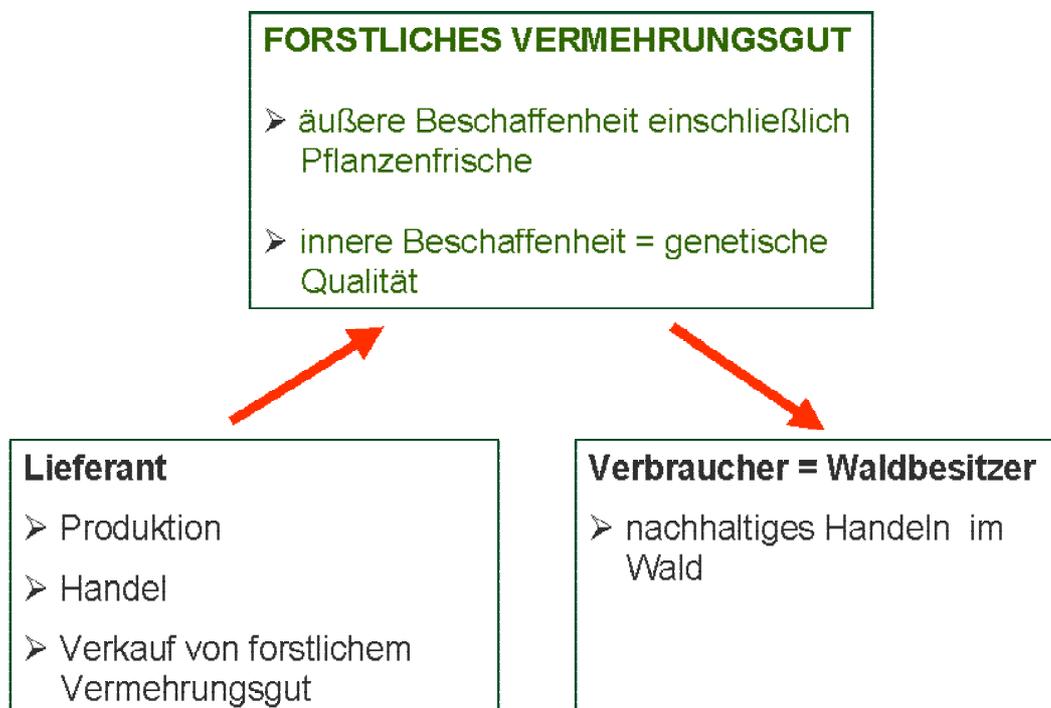
SICHERUNG DER GENETISCHEN QUALITÄT VON FORSTLICHEM VERMEHRUNGSGUT AUS SICHT DER LIEFERANTEN UND DER VERBRAUCHER

Impulsreferat Albrecht Behm

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht

ARGE Forstgenetik – Forstpflanzenzüchtung

20. – 22. Oktober 2005 in Fulda



Forstliches Vermehrungsgut

Qualitätsparameter I (QPI)

- **Äußere Beschaffenheit**
 - optisch an Pflanzen sofort erkennbar
 - Pflanzenfrische an Anwuchserfolg innerhalb 1 – 2 Jahren erkennbar
 - Daher geregelt: nach **allgemeinem Handelsrecht**

Forstliches Vermehrungsgut

Qualitätsparameter II (QP II)

- **Genetische Beschaffenheit**
 - mit herkömmlichen Mitteln nicht erkennbar
 - am Standort meist erst nach Jahrzehnten als Phänotyp, also nur indirekt erkennbar
 - Doch aus Vererbungslehre und über 100 Jahren Herkunftsforschung als Grundlage der Forstwirtschaft (auch Landwirtschaft) bekannt
- **Spezielle Sicherungssysteme**
 - Gesetzliche Bestimmungen (FoVG)
 - Genetische Analysemethoden zur Identitätssicherung

Interesse des Lieferanten

Allgemein

- ☛ Verdienst, Umsatz
- ☛ Kapazitätsauslastung
- ☛ Flexibilität bei wechselndem Marktgeschehen
- ☛ Kundenbindung

Interesse an genetischer Qualität, wenn sich damit Geld verdienen lässt!

Spezielle Umsetzung

Rahmenbedingung: scharfer Wettbewerb im Binnenmarkt

- ☛ Verkauf seiner Produkte
- ☛ Ergänzung seiner Palette durch Zukauf, Handel

Berücksichtigung der Qualitätsparameter

QPI leicht nachprüfbar ⇒ wird eingehalten, sonst ggf. Regress

QPII FoVG = Motivation von außen

Identitätssicherung = Motivation von innen

Interesse des Verbrauchers

Unmittelbares Eigeninteresse müsste dominieren

- ☛ Viele Beispiele für falsche Herkunftswahl bekannt
- ☛ Finanzielle Auswirkungen bei Pflege und Nutzung bekannt

Aber konkretes Marktverhalten:

- ☛ häufig Ausschreibung, billigstes Angebot, Preis sehr oft ausschlaggebendes Kaufkriterium
- ☛ Komplettbestellungen erzwingen Zukauf beim Lieferanten
- ☛ sehr starke Etikettengläubigkeit
- ☛ häufig vergessen: Ankauf von Pflanzgut macht ca. 1 % der forstlichen Betriebskosten aus
- ☛ **Buchhalterisches Denken dominiert**

Thesen

- ☛ Die genetische Qualität von forstlichem Vermehrungsgut entscheidet über den Betriebserfolg
- ☛ Der Lieferant hat Interesse an genetischer Qualität, wenn es zu nachhaltigen Preisen abgenommen wird.
- ☛ Wenn der Verbraucher qualitätsbewusst einkauft und einen angemessenen Preis für genetische Qualität bezahlt, wird der Lieferant sich um diese bemühen.
- ☛ **Der Verbraucher ist der eigentliche Motor für die Sicherung der genetischen Qualität von forstlichem Vermehrungsgut!**
- ☛ **Aufruf: Den Verbraucher für die Zukunft seines Waldes interessieren!**
- ☛ **Aber erreichen wir ihn hier und heute?**

Nachhaltigkeitssicherung und Verbesserung der genetischen Ressourcen bei der Verjüngung (künstlicher und natürlicher) und Behandlung der Waldbestände – welchen Aufwand muss uns das wert sein?

Wilfried Steiner

Die Betrachtung bezieht sich schwerpunktmäßig auf die Begründung, weniger auf die Behandlung der Bestände. Sie erfolgt vorwiegend aus der Sicht der Forstbetriebe.

Status quo: Welchen Aufwand ist uns Nachhaltigkeitssicherung und Verbesserung der genetischen Ressourcen bei der Verjüngung denn tatsächlich wert? Welchen Aufwand leisten wir uns denn zur Zeit tatsächlich?

Naturverjüngung:

Wir betreiben zwar viel Naturverjüngung (NV), aber damit wird nur ein Minimum an Nachhaltigkeitssicherung erreicht, eine kritische Bewertung der Naturverjüngungswürdigkeit wird i.d.R. nicht vorgenommen, es erfolgt fast ausschließlich eine Orientierung an der Machbarkeit und nicht an der Genetik.

Künstliche Bestandesbegründung, was geben wir aus?

Wir geben zwar beträchtliche Summen für die Bestandesbegründung aus (Nds. LFV: 6 % der Gesamtausgaben im Forstbetrieb, jährlich etwa 0,3 % der Waldfläche), doch davon entfällt nur etwa ein Viertel auf die Beschaffung von Vermehrungsgut. Und diese Kosten sind weitgehend unabhängig von der genetischen Qualität des Vermehrungsgutes.

Fazit:

Die Naturalbetrachtung (Natur- und Kunstverjüngungsflächen) sowie die monetäre Betrachtung sagen nichts aus über den Aufwand, den wir für die Sicherung der genetischen Ressourcen aktiv und bewusst leisten.

These:

Das forstbetriebliche Handeln ist ausschließlich waldbaulich und ökonomisch bestimmt, für die Sicherung genetischer Ressourcen wird praktisch kein zusätzlicher Aufwand betrieben. Es wird darauf vertraut, dass innerhalb des Forstbetriebs die Kielwassertheorie gilt und außerhalb des Betriebs andere Mechanismen die Sicherung genetischer Ressourcen gewährleisten (z.B. FoVG).

Beleg für diese These z.B. aus einer Analyse der Pflanzenbeschaffung der niedersächsischen LFV.

Müssen wir überhaupt zusätzlichen Aufwand betreiben?

Können wir uns nicht auf folgenden Standpunkt zurückziehen?

„Gegenthese“:

Aspekte der genetischen Ressourcen werden durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen (insbesondere FoVG) und separate Programme und Maßnahmen (Erhaltung genetischer Ressourcen) ausreichend abgedeckt. Der Forstbetrieb selbst kümmert sich nicht darum, sondern verhält sich streng ökonomisch (Kauf des Vermehrungsguts beim billigsten Anbieter), selbst wenn dadurch mögliche Optimierungs- und Verbesserungsmöglichkeiten nicht realisiert werden. Im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen wie Klimaänderungen oder veränderte Marktbedingungen ist ohnehin kaum prognostizierbar, welches Material ökologisch oder wirtschaftlich besser sein wird als anderes. Außerdem kann man nie sicher sein, ob man auch tatsächlich die spezielle Herkunft geliefert bekommt, die man ausgewählt hat.

Wir dürfen uns nicht auf diesen Standpunkt zurückziehen!

FoVG:

Das FoVG setzt nur minimale Qualitätsanforderungen für die Standard-Kategorie „Ausgewählt“, v.a. aber regelt es nur, was auf den Markt kommt, überlässt aber dann dem Verbraucher allein, was er sich davon auswählt.

Naturverjüngung:

Kann nicht sehr viel besser sein als der Elternbestand, deshalb führt NV nicht automatisch zu einer deutlichen Verbesserung der Anpasstheit / Leistungsfähigkeit.

Ein großer Teil unserer heutigen Bestände sind künstlich begründet oder anthropogen stark beeinflusst, so dass das Ausmaß der aktuellen Anpasstheit / Leistungsfähigkeit nicht unbedingt auf viele Generationen dauernde Anpassungsprozesse zurück geht.

Nachhaltigkeit gilt auch für Genetik**Unsichere Zukunftsaussichten:**

Gerade angesichts unsicherer Zukunftserwartungen muss man bei der Herkunftswahl auf besonders anpassungsfähige Herkünfte achten. Zum Glück ist im Forstbereich die Anpassungsfähigkeit mit der Anpasstheit und Leistungsfähigkeit eng korreliert.

Ein Zukunftsaspekt ist deutlich absehbar: die zunehmende Extensivierung des waldbaulichen Handelns und eine noch stärkere Ausnutzung biologischer Automation. Gerade damit steigt aber die Bedeutung der Ausgangslage eines Bestandes enorm, denn seine qualitative Zusammensetzung wird nicht mehr in dem Maße wie bisher durch waldbauliches Steuern korrigiert werden können.

Forderungen:

Überprüfung der Naturverjüngungswürdigkeit: zumindest die schlechtesten Bestände sollten nicht natürlich verjüngt werden.

Bei der künstlichen Begründung ist der Herkunftswahl größte Beachtung zu schenken. Die langfristig wirtschaftlichste und nicht die kurzfristig billigste Variante muss gewählt werden.

Versuchswesen muss weiterhin im Feldversuch Anpassungs- und Leistungspotenziale erforschen, um Herkunftsempfehlungen zu aktualisieren und zu differenzieren und um hochwertiges Vermehrungsgut bereit zu stellen.

Mechanismen zur Verbesserung der Herkunftssicherheit (untrennbar verbunden mit Herkunftsqualität) müssen verstärkt genutzt oder eingeführt werden (kontrollierte Lohnanzucht, genetische Überprüfbarkeit).

Schlussbemerkung:

Eine Quantifizierung des Aufwandes, den uns die Sicherung und Verbesserung der genetischen Nachhaltigkeit wert sein sollte, ist natürlich in €-Beträgen nicht konkret anzugeben.

Für einen Forstbetrieb lässt sich aber sagen, dass sich die zusätzliche Mühe bei der Auswahl des Vermehrungsgutes sehr schnell lohnt. Oft ist das vorrangig zu empfehlende Material nicht einmal teurer als „Normalware“.

Und wenn wir eine Aufwand-Wirkungs-Analyse anstellen, so ist der langfristige Effekt, der mit der zentralen „Stellschraube“ Herkunftswahl bewirkt wird, entscheidender als manch anderer Aufwand, der in anderen betrieblichen Bereichen erbracht wird.

Zumindest den Aufwand, den man in der Jungwuchs- und Bestandespflege sparen kann, kann also getrost in die Genetik investiert werden, ohne dass der Gesamtaufwand dadurch steigt.

Anschrift des Autors:

Dr. Wilfried Steiner,
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldgenressourcen,
Prof.-Oelkers-Straße 6,
34346 Hann. Münden

Genetische Aspekte bei der Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe

Heino Wolf

Zusammenfassung

Der Anbau von schnellwachsenden Baumarten in Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen zur Produktion von Biomasse für die energetische und stoffliche Nutzung wird zur Zeit als zukunftsfähige alternative Landnutzungsform angesehen.

Im vorgelegten Papier werden aktuelle Entwicklungen bei der Bereitstellung des Rohstoffes Holz beschrieben. Das zunehmende Interesse sowohl der Land- und Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie an dem Anbau von schnellwachsenden Baumarten führt zu zunehmenden Engpässen bei der Bereitstellung von geeignetem Vermehrungsgut sowohl in Quantität als auch in Qualität. Die sich aus dieser Situation ergebenden Auswirkungen für die Betriebssicherheit von Kurzumtriebsplantagen werden beschrieben. Abschließend werden verschiedene Vorschläge zur Lösung des Problem präsentiert.

Genetic aspects of the procurement of renewable raw material

Summary

The plantation of fast growing tree species on agricultural set aside land for the production of biomass for energy and industry is actually seen a favourable alternative land use form for the future.

In the paper presented, present developments related to the procurement of the raw material wood are described. The increasing interest of farmers and foresters as well as of the wood processing industry on the plantation of fast growing tree species leads to an increasing demand for the procurement of suitable reproductive material which cannot be fulfilled in many cases in quantity and quality. The consequences of this situation for the sustainability and stability of the short rotation forests are described. Finally, some suggestions for the solution of the problems are presented.

1. Entwicklungen bei der Bereitstellung des Rohstoffes Holz

Die Bereitstellung und Vermarktung des Rohstoffes Holz in Deutschland wird in absehbarer Zukunft durch verschiedene Entwicklungen auf nationaler und internationaler Ebene wesentlich beeinflusst werden. Holz wird weltweit gehandelt und unterliegt ebenso wie viele andere Rohstoffe den Gesetzen eines globalen Marktes. Deutschland weist im Jahr 2004 die höchsten Holzvorräte

in Europa auf. Zur Zeit werden nur ca. 60 % des Holzzuwachses durch die Holzernte genutzt. Diesem an sich erfreulichen Zustand stehen Entwicklungen gegenüber, die bereits jetzt gravierende Auswirkungen auf die regionale Verfügbarkeit bestimmter Holzsortimente haben.

Die Förderung regenerativer Energien als eine Maßnahme zum Schutz des Klimas hat seit dem Jahr 2000 zu einer kontinuierlichen Steigerung des Einsatzes von Holz für die

energetische Nutzung geführt. Die ebenfalls seit geraumer Zeit hohen Preise für Erdöl und Erdgas, die als ein Anzeichen für die zunehmende Erschöpfung der globalen Erdöl- und Erdgas-Reserven angesehen werden können, führten zum Beispiel im Freistaat Sachsen dazu, dass mittlerweile 8,5 % des Holzeinschlages im Landeswald für energetische Zwecke verwendet werden.

Seit Mitte der 1990er Jahre erfolgte vor allem in den ostdeutschen Bundesländern ein signifikanter Aufbau von Holzverarbeitungskapazitäten in der Zellstoff-, Platten- und Schnittholzindustrie, die zunehmend die Nachfrage nach Holz bestimmter Sortimente dominieren.

Als weiterer Faktor kommt die Entwicklung neuer Technologien bei der stofflichen Nutzung von Holz hinzu. Hierzu zählen die Einführung des ATPMP-Verfahrens bei der Herstellung von Holzstoff für die Papierindustrie, die konsequente Weiterentwicklung der Profilerspanertechnik sowie die Entwicklung von Verbundwerkstoffen und neuartigen Technologien zur Stammholzverarbeitung.

Diese Entwicklungen sowie die Tatsache, dass im weltweiten Maßstab die holzproduzierende Waldfläche kontinuierlich zurückgeht, führen zu einem regional wie global zunehmenden Holzbedarf. Eine Befriedigung dieses Bedarfes ausschließlich aus konventioneller Forstwirtschaft wird sowohl aus Gründen der Nachhaltigkeit als auch auf Grund der Schwierigkeiten bei der Erschließung der Holzvorräte vor allem im Klein- und Kleinst-Privatwald nicht möglich sein. Verschiedene Studien weisen als Konsequenz aus diesen Entwicklungen auf Defizite in der Holzversorgung in nicht allzu ferner Zukunft hin.

Die beschriebenen Szenarien sowie die Verfügbarkeit von großen Flächen landwirtschaftlichen Bodens, die aus agrarpolitischen Gründen nicht mehr zur Produktion von Lebensmitteln herangezogen werden, führen zu einem gesteigerten Interesse an dem Anbau schnellwachsender Baumarten auf Still-

legungsflächen sowie auf nicht bewirtschafteten Flächen als alternative Landnutzungsform. Unterstützt werden diese Entwicklungen durch die holzverarbeitende Industrie, die sich dadurch eine nachhaltige Sicherung ihrer Rohstoffversorgung zu günstigen Marktpreisen erwartet.

Der offensichtliche Bedarf an der Einführung von Plantagen mit schnellwachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen führt seit einigen Jahren zur Förderung von Modellprojekten durch die Bundesministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie für Bildung und Forschung. Ausgelöst durch diese Modellvorhaben entwickelt sich seit geraumer Zeit ein zunehmender Bedarf an Vermehrungsgut von schnellwachsenden Baumarten, um die zum Teil sehr ehrgeizigen Ziele der Modellvorhaben in Hinsicht auf die Anlage von Plantagen zu befriedigen.

2. Versorgung mit Vermehrungsgut

Nach der aktuellen Rechtslage ist ein Anbau von Bäumen im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen im Rahmen der Stilllegung landwirtschaftlicher Flächen möglich. Durch die Gleichstellung dieser Flächen mit Ackerflächen bleibt eine mit Bäumen bestockte Stilllegungsfläche weiterhin eine landwirtschaftliche Fläche und wird nicht Wald im Sinne des Bundeswaldgesetzes.

Die Gattung *Populus* unterliegt dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) (ANONYMUS 2002). Saatgut von Arten dieser Gattung unterliegt unabhängig vom Verwendungszweck immer dem Gesetz. Pflanzenteile und Pflanzen der Gattung *Populus* unterliegen nur dann dem Gesetz, wenn sie für forstliche Zwecke bestimmt sind. Bei der Anlage von Schnellwuchsplantagen handelt es sich um einen „Forstlichen Zweck“ (siehe Begründung zu § 1, Abs. 3 FoVG). Die Bestimmungen des FoVG sind somit auch auf Pflanzenteile und Pflanzen der Gattung *Populus* anzuwenden, die für die Anlage von

Schnellwuchsplantagen z. B. auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen verwendet werden (§ 1, Abs. 3 FoVG). Die Regelungen des FoVG greifen somit in diesen Fällen über die forstrechtliche Walddefinition hinaus.

Bei Vermehrungsgut der Pappel handelt es sich in der Hauptsache um Klone und Klonmischungen, die durch vegetative Vermehrung erzeugt werden. Um Pappelklone und –klonmischungen in Deutschland vertreiben und in den Verkehr bringen zu können, ist eine Zulassung des zur Erzeugung herangezogenen Ausgangsmaterials in der Kategorie „Geprüft“ entweder nach der EU-Richtlinie 1999/105/EG des Rates vom 22.12.1999 über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut (ANONYMUS 2000) in einem Mitgliedsland der EU oder nach einem der EU-Richtlinie entsprechenden nationalen Gesetz (in Deutschland FoVG) erforderlich.

Im zentralen Baumzuchtregister für Ausgangsmaterial der Gattung Pappel des Regierungspräsidiums Kassel sind derzeit 26 Klone der Sektion Aigeiros, 7 Klone und 2 Klonmischungen (mit zusammen 13 Klonen) der Sektion Tacamahaca sowie 7 Klone und 9 Klonmischungen (mit zusammen 133 Klonen) der Sektion Leuce in der Kategorie „Geprüft“ zugelassen (ANONYMUS 2005).

Von diesem zugelassenen Ausgangsmaterial ist zur Zeit nur von einzelnen Klonen Vermehrungsgut in geringen Mengen auf dem Markt verfügbar. Dagegen steht einerseits eine zeitlich begrenzte Erhöhung der Nachfrage, die durch regionale Großprojekte (DENDROM, AGROWOOD) zur Anlage von Schnellwuchsplantagen zur Produktion von Dendromasse benötigt werden.

Andererseits zieht die steigende Nachfrage ein zunehmendes Interesse von Forstpflanzenbetrieben an geeignetem und zugelassenem Ausgangsmaterial nach sich, die in der Bereitstellung von Vermehrungsgut für die Anlage von Schnellwuchsplantagen ein ausbaufähiges Geschäftsfeld sehen.

Vor dem Hintergrund der zeitlichen Befristung der Modellvorhaben und der Erfahrungen mit bereits stattgefundenen Pappelwellen in Deutschland in den 1950er sowie in den 1970er und 1980er Jahren stellt sich jedoch die Frage, wie nachhaltig die derzeitige Nachfrage ist.

Bei der geschilderten Ausgangslage ist die Gefahr gegeben, dass auf Vermehrungsgut fraglicher Identität von Anbietern unterschiedlichster Art ausgewichen wird und somit Verstöße gegen die Bestimmungen des FoVG vorprogrammiert sind. Unabhängig von den Bestimmungen des FoVG wird Vermehrungsgut teilweise ohne Rücksicht auf Züchter- oder Sortenschutzrechte vertrieben.

Die Gattung Weide spielt für die Anlage von Schnellwuchsplantagen ebenfalls eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zur Gattung Pappel unterliegt die Gattung Weide nicht den Bestimmungen des FoVG. Vermehrungsgut der Gattung Weide kann daher ohne Berücksichtigung der forstvermehrungsgutrechtlichen Bestimmungen erzeugt und vertrieben werden. Auf der anderen Seite besteht für eine Reihe von Klonen Sortenschutz. Die relevanten rechtlichen Bestimmungen sind daher bei der Erzeugung und einem möglichen Vertrieb zu berücksichtigen.

3. Konsequenzen und Auswirkungen auf die Betriebssicherheit

Das zur Zeit große Interesse an der Anlage von Schnellwuchsplantagen führt zu einem kurzfristigem Anstieg des Bedarfs an Vermehrungsgut bei Pappel und Weide. Da in den vergangenen Jahren keine kontinuierliche Nachfrage nach Pappel- und Weiden-Vermehrungsgut bestand, sind einerseits keine entsprechenden Kapazitäten für die Vermehrung geeigneten Materials vorhanden. Andererseits findet in Deutschland keine nennenswerte Weiter- bzw. Neuentwicklung von Klonen bei Pappel und Weide statt.

Ein Aufbau entsprechender Vermehrungskapazität nimmt ca. drei bis fünf Jahre, die

Weiter- bzw. Neuentwicklung von Klonen für Schnellwuchsplantagen ca. 10 bis 15 Jahre in Anspruch. Dies hat zur Folge, dass sich die derzeitige Nachfrage entweder auf wenige, zugelassene und populäre Klone in großen Stückzahlen konzentriert oder auf verfügbares, in der Regel aber nicht ausreichend geprüftes oder gar ungeeignetes Vermehrungsgut zurückgegriffen wird.

Im ersten Fall, d. h. der Verwendung von verfügbarem und geeignetem Vermehrungsgut, handelt es sich bei den verfügbaren Klonen in der Hauptsache um Ausgangsmaterial älteren Datums. Die für die Zulassung erforderlichen Vergleichsprüfungen einschließlich Resistenzprüfungen haben zum Teil vor mehr als 30 Jahren stattgefunden. Mit Ausnahme weniger regionaler Projekte in den 1970er und 1980er Jahren hat kaum ein nennenswerter Anbau stattgefunden. Seit dieser Zeit haben sich mit großer Wahrscheinlichkeit potentielle Schaderreger durch evolutionäre Prozesse in ihrer Aggressivität verändert. Werden nun wenige Klone mit großen Individuenzahlen auf großen Flächen angebaut, ist die Gefahr absehbar, dass ehemals vorhandene Resistenzen in relativ kurzer Zeit vom Pathogen durchbrochen werden. Die Folgen davon sind bekannt und führten bereits in den 1950er Jahren zu einem Zusammenbruch des Pappelanbaus mit dem Klon „*Robusta*“ (WEISGERBER 1990).

Eine kurzfristige Erweiterung des zur Verfügung stehenden Spektrums an zugelassenen und geeigneten Klonen ist nicht zu erwarten. Verschärft wird der geschilderte Zustand durch die Tatsache, dass zum Teil zugelassene Klonmischungen nicht vertrieben werden können, da zum Beispiel durch das Fehlen eines nicht verfügbaren Klons die gesamte Klonmischung nicht vertriebsfähig ist. Der bereits angesprochene Stillstand von Züchtungsaktivitäten in Deutschland hat zur Folge, dass nur noch wenige Klone aus älteren Züchtungsprogrammen zu einer Zulassung in der Kategorie „Geprüft“ anstehen. Eine weitere Folge ist, dass die Anbaueignung von Klonen, die in anderen EU-Mitgliedsstaaten als Ausgangsmaterial in der

Kategorie „Geprüft“ zugelassen wurden, nur in Einzelfällen bekannt ist.

Die Ergebnisse langjähriger Versuche weisen bei der Gattung Pappel ebenso wie bei der Gattung Weide auf große Unterschiede zwischen den untersuchten Klonen bei wirtschaftlich bedeutenden Merkmalen wie der Anwuchssicherheit, der Überlebensfähigkeit, der Biomasseproduktion, den Resistenzeigenschaften sowie der Regenerationsfähigkeit nach Rückschnitt hin. Der Anbau von nicht geprüfem Material bringt somit erhebliche Risiken für die Produktivität, Produktionssicherheit und Stabilität von Schnellwuchsplantagen mit sich.

Viele Probleme und Unklarheiten im Zusammenhang mit der Ökologie und Ökonomie von Schnellwuchsplantagen sind bei einer großflächigen Umsetzung dieser Landnutzungsform nach dem derzeitigen Erkenntnisstand lösbar. Kurz- bis mittelfristig stellt die sehr schmale genetische Basis des zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterials ein erhebliches Risiko für diese Art der Landnutzungsform dar. Wenn nicht sofort mit entsprechenden Programmen zur Züchtung von geeigneten Klonen bei den für Schnellwuchsplantagen in Frage kommenden Baumarten begonnen wird, wird dieser Punkt der entscheidende Risikofaktor für eine nachhaltige Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen sein.

4. Lösungsansätze

Um die sowohl von der Forstbaumschulbranche als auch von interessierten Landnutzern als unbefriedigend angesehene Versorgungslage mit Vermehrungsgut kurz- bis mittelfristig zu verbessern, sollten nachfolgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Zulassung von in Prüfung befindlichen Neuzüchtungen wie z. B. Matrix, Hybrid 275 oder Koreana als Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Vermehrungsgut in der Kategorie „Geprüft“, sobald die Zulassungsvoraussetzungen erfüllt sind.

- Überdenken des Konzeptes der Klonmischung und Zulassung der Einzelklone auf Grundlage bereits vorhandener Versuchsergebnisse.
- Evaluierung von geprüften, aber nicht zugelassenen Klonen, von Klonen, die in anderen EU-Mitgliedstaaten in der Kategorie „Geprüft“ zugelassen sind sowie von sogenannten Altsorten, deren Zulassung auf Grund von Zeitablauf erloschen ist, auf ihre Anbaueignung und eventuelle Neuzulassung.
- Öffnung der Kategorie „Qualifiziert“ für vegetativ vermehrtes Material, um Material vertriebsfähig zu machen, über das bereits Anbauinformationen vorliegen und von dem keine nachteiligen Wirkungen zu erwarten sind.
- Unverzügliche Wiederaufnahme von Züchtungsprogrammen.

5. Literatur

WEISGERBER, H. (1990): Beiträge zur genetischen Variation der Waldbäume und Gefahren der Genverarmung durch Pflanzenzüchtung. Forstliche Forschungsberichte München 107, 191 Seiten.

ANONYMUS (2000): Richtlinie 1999/105/EG des Rates vom 22.12.1999 über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft 2000 Nr. L 11 S. 17, 2001 Nr. L 121, S. 48.

ANONYMUS (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22.05.2002. Bundesgesetzblatt I, S. 1658.

ANONYMUS (2005): Zentrales Baumzuchregister für die Gattung Pappel in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: Juli 2005). Regierungspräsidium Kassel.

Anschrift des Autors:

Dr. Heino Wolf
 Staatsbetrieb Sachsenforst –
 Geschäftsleitung
 Abt. Ressourcenmanagement
 Ref. Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung
 Bonnewitzer Str. 34
 01796 Pirna

Poster

Cytoplasmatische Differenzierung und Phytogeographie bei *Acer pseudoplatanus* L. in Europa

Christiane Bittkau und Gerhard Müller -Starck



Cytoplasmatic differentiation and phylogeography of *Acer pseudoplatanus* L. in Europe



Ch. Bittkau^{1,2} and G. Müller-Starck¹

¹ Technische Universität München, Weihenstephan Center of Life and Food Sciences, Section of Forest Genetics, Am Hochanger 13, D-85354 Freising, Germany.

² Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Spezielle Botanik und Botanischer Garten, Beitzelweg 9b, D-55099 Mainz, Germany

Introduction

The natural distribution of *Acer pseudoplatanus* extends from Belgium and E-France to the Caucasian Mountains and from N-Germany to S-Italy with isolated exclaves in the Pyrenees, Cantabrian Mountains, Corsica, and Sardinia. Sycamore has been introduced to W-France, Great Britain and Scandinavia (Fig. 1).

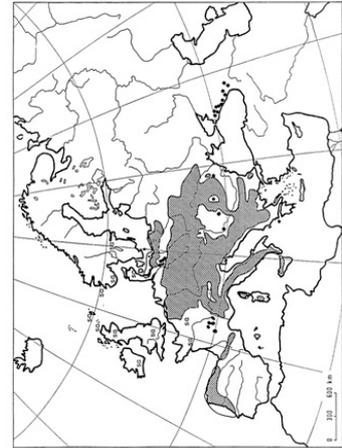


Fig. 1. Geographical distribution of *Acer pseudoplatanus* in Europe, modified after Meusel *et al.* 1978

Materials and methods

Samples

- 21 natural populations of *A. pseudoplatanus*
- Leaves or dormant buds were collected from 6 -13 individuals in each stand (mean: 9.95)

Lab methods

- Isolation of genomic DNA
- Searching for polymorphism in 14 chloroplast regions, by using PCR-RFLP- and microsatellite analysis, based on a sample subset (see Fig. 2)
- Analysis of 4 PCR-RFLP-fragments and 4 microsatellites in the whole sample

Data analysis

- Phylogenetic analysis
- Haplotype phylogeny was inferred from statistical parsimony (TCS 1.06, Clement *et al.* 2000)
- Genetic diversity analysis
- Total diversity (h_T), the average intra-population diversity (h_S), the level of subdivision of chloroplast diversity (G_{ST} and N_{ST}), and their standard deviations following Pons & Petit (1995).

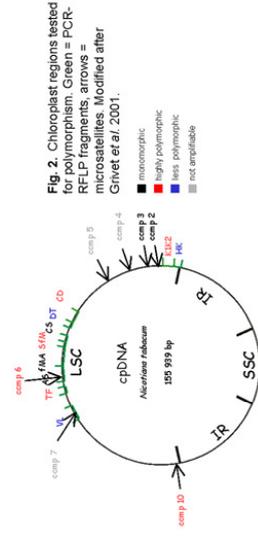


Fig. 2. Chloroplast regions tested for polymorphism. Green = PCR-RFLP fragments; arrows = microsatellites. Modified after Grivet *et al.* 2001.



Fig. 3 Fragment patterns of marker CD after digestion by *HinfI* and separation on a 5% PA gel.

Results and discussion

Eight variants were observed by restriction analysis of the amplification product of CD, 7 in SFM, 6 in K1K2, and 5 in TF. By combining these results, 17 haplotypes were observed through the PCR-RFLP-technique. Additionally 6 types could be distinguished by chloroplast microsatellites. Taking the variants of both techniques together, 22 haplotypes were gained.

Parsimony analysis revealed 6 clusters (Fig. 4). One cluster is mainly distributed in Central and Western Europe (green), one in Italy (orange-yellow), one in South-Eastern Europe (blue), one on the island of Corsica (pink) and two in the Alps Maritime (violet, black).

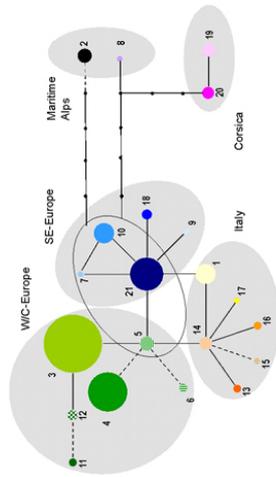


Fig. 4. Haplotype network generated by TCS, based on PCR-RFLP and microsatellite markers (black dots = non-observed haplotypes, black line = PCR-RFLP mutation, dotted line = microsatellite mutation).

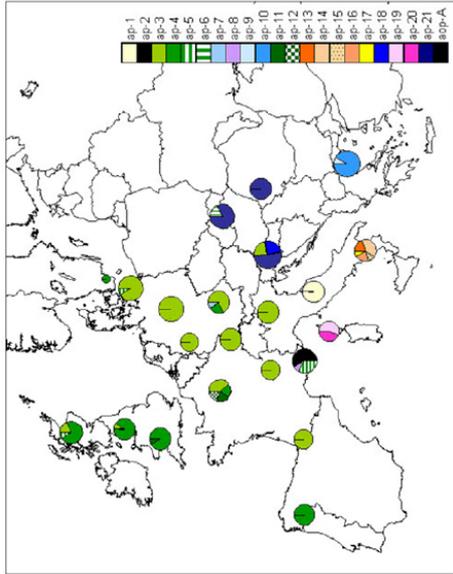


Fig. 5. PCR-RFLP haplotype dispersion in Europe. Related haplotypes are shown in similar colours.

A total of 22 multilocus haplotypes was verified, 17 haplotypes by means of PCR-RFLP, 6 types by cpSSRs (1 redundant). The haplotypes 3, 4, 21 are the most frequent. Genetic variation is surveyed in Tab.1

Mean number of haplotypes/pop.	na	= 2.0
Within pop diversity	h_s	= 0.267
Total diversity	h_T	= 0.807
Coeff. of genetic differentiation	G_{ST}	= 0.689
Idem (genetic similarity)	N_{ST}	= 0.766

A phylogeographic structure is indicated since closely related haplotypes can be found in the same geographic regions and N_{ST} is significantly higher as compared to G_{ST} . In combination with pollen data, 5 glacial refugia can be postulated: Southern Italy, the margin of the Alps, Corsica, the Maritime Alps, South-Eastern Europe. Colonisation took place out of four of them (see Fig. 6).

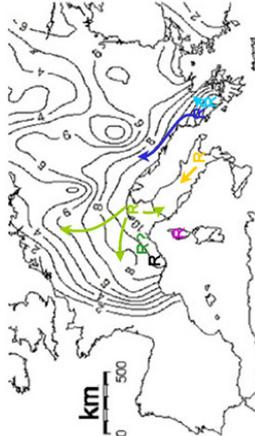


Fig. 6. Possible refugia and recolonisation routes of *A. pseudoplatanus*. R = refugia, for colour see Fig. 5. The isochrone map is taken from Brewer et al. (2001), isochrone lines express the natural time (in 1000 years before present) of *Acer*, extrapolated from pollen data.

Conclusions

The phylogeographical structure as observed in *A. pseudoplatanus* obviously can be interpreted as the result of Pleistocene range fragmentations and subsequent recolonisation during the Holocene. This structure will only be conserved in natural populations and may allow to discriminate between natural and introduced populations.

The differentiation among European regions is large and may thus allow the certification of reproductive material at an European scale. Private haplotypes in SE Europe may function as indicators for transfer of reproductive material.

Based on the maternal inheritance of chloroplast markers, it is possible to infer the genetic contributions of certain mother trees and consequently, to exclude descent in ambiguous cases.

Further studies are required in order to get a more detailed picture about the geographic distribution of certain haplotypes. Nuclear markers might supplement information about the phylogeography of *Acer pseudoplatanus* in Europe.

References

- Brewer S, Cheddadi R, de Beaulieu J-L & Reille M (subm.): Patterns and timing of the spread of tree taxa across the European continent.
- Clement M, Posada D & Crandall KA (2000): TCS: A computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology* 9: 1657-1659.
- Grivet D, Heinze B, Vendramin GG & Petit RJ (2001): Genome walking with consensus primers: application to the large single copy region of chloroplast DNA. *Molecular Ecology Notes* 1: 345-349.
- Meusel H, Jäger E, Rauschert S & Weinert E (1978): *Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Pons O & Petit RJ (1995): Estimation, variance, and optimal sampling of gene diversity. I. Haplod locus. *Theoretical and Applied Genetics* 90: 462-470.

Acknowledgements

This study has been supported financially by the Commission of the European Communities, Agriculture and Fisheries (FAIR) RTD programme, CT-97-3795 "Measuring molecular differentiation of European deciduous forests for conservation and management" (CYTOFOR).



Kontrollmöglichkeiten beim Handel mit Pflanzenmaterial – neue Perspektiven mit DNA-Fingerprint-Methoden

E. Cremer, G. Rathmacher, E. Hussendörfer, B. Ziegenhagen, S. Liepelt

Zusammenfassung

Es kann angenommen werden, dass lokale Pflanzenpopulationen gut an den jeweiligen Standort angepasst sind. Deshalb ist es wichtig, im Rahmen von Verjüngungsmaßnahmen im Forst- und Landschaftsbereich Saat- und Pflanzmaterial aus den jeweiligen regionalen Populationen zu verwenden. Um die Verwendung von nicht angepasstem Material zu vermeiden, ist es teilweise erforderlich, die Herkunft des Reproduktionsmaterials zu kontrollieren. Dabei stellen DNA-Fingerprint-Methoden geeignete Werkzeuge dar, um Saat- und Pflanzgut zum Mutterbaum zurückzuverfolgen. Wir zeigen, dass es mittels DNA-Mikrosatelliten-Markern nicht nur möglich ist, Embryonen und Endosperm genetisch zu charakterisieren, sondern auch trockene und holzige Gewebe von Samen zu genotypisieren [1, 2]. Sowohl Exo-, Meso- und Endokarp als auch die Flügel von Gymnospermen-Samen sind genetisch identisch mit dem jeweiligen Mutterbaum. So kann die Herkunft von Saatgut direkt zurückverfolgt werden. Für mehrere Baumarten werden dazu Beispiele gezeigt.

Außerdem können mit diesen Markern hohe Ausschlusswahrscheinlichkeiten hinsichtlich der Unterscheidung von Individuen erreicht werden. Der genetische Vergleich einer Saatgutpartie mit einer entsprechenden Probe der angegebenen Herkunftspopulation sollte es daher ermöglichen, den Ursprung des Saatgutes zu bestätigen bzw. nicht zu bestätigen.

How to control the trade or transfer of plant material? New perspectives with DNA fingerprints

Abstract

It is a common hypothesis that local populations are well adapted to the local or regional environment. Therefore, in restoration practices of forest and landscape programmes, it is recommended to use seeds or seedlings that originate from local or regional populations. To avoid restoration, reforestation or landscape development using unsuitable provenances, it is sometimes necessary to control the origin of reproductive material. DNA fingerprinting techniques are promising tools to unambiguously trace back the material to the donor plants. We demonstrate that it is possible to genotype not only embryos or endosperm, but even dry and woody tissues of seeds using DNA microsatellite markers [1, 2]. Since exo-, meso- and endocarps as well as the wings of gymnosperm seeds are genetically identical with the seed donor trees, it is possible to directly trace back seeds to their origin. Examples are given for several forest tree species. The power of the markers is demonstrated by low probabilities of identity or high exclusion percentages, respectively. The genetic comparison of seed lot charges with a representative sub-sample of the declared source population should enable to verify or falsify the origin of the charges.

Why is there a need for controls?

The success of forest and landscape restoration relies on the quality and the origin of the used plant material. If the plant material originates from a distant region, the plants might not be adapted to the local conditions. Thus, ecological stability and economic success could be compromised.

What needs to be controlled?

Fraud has to be prevented to avoid the use of cheaper seed material from other provenances. Source identity of seeds or seedlings has to be tested and seeds or fruits have to be traced back to their mother plants.

Analysis of maternal tissues

The problem with maternal tissues of seeds and fruits is that dead cells, often woody or non-parenchymatic, contain small amounts of possibly degraded DNA.

We developed methods for analyzing maternal tissues of seeds and fruits for a direct genotyping of mother plants.

So far, successful analysis of maternal seed or fruit parts of *Abies alba* seed wings (fig. 1) and *Quercus robur* pericarps (fig. 2) is possible.

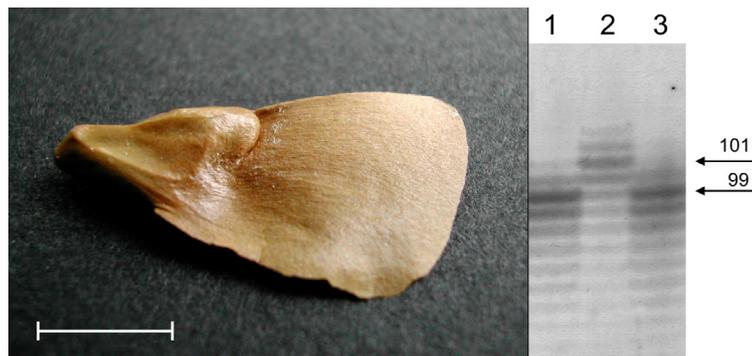


Fig. 1: **Left:** *A. alba* seed scale bar = 1 cm. **Right:** Genetic analysis of endosperm (1), embryo (2) and wing (3) at the chloroplast microsatellite locus Pt 71936. Arrows indicate allele size in basepairs. The embryo displays the paternal haplotype which differs from the maternal haplotype represented by the wing and endosperm.

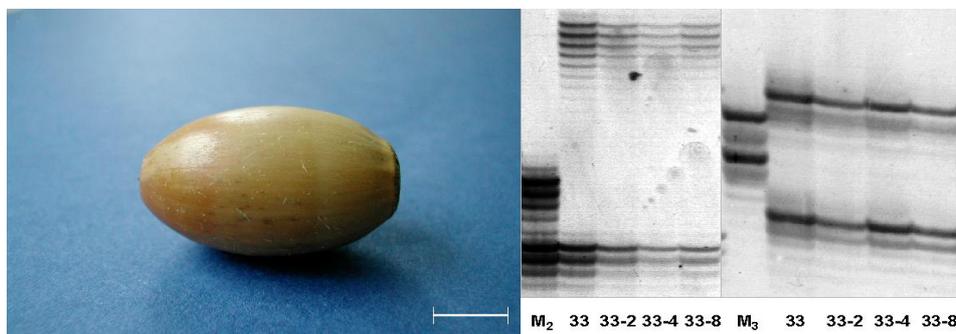


Fig. 2: **Left:** *Q. robur* acorn. Scale bar = 1 cm. **Right:** Three pericarps (33-2, 33-4, 33-8) and the mother tree (33) analyzed at two nuclear microsatellite loci. M is a size standard of known length. The genotypes of the pericarps represent the genotype of the mother tree.

Differentiating individuals

Newly developed nuclear SSRs for *Abies alba* (11 polymorphic loci, Fig. 3) show low probabilities of identity (P_{ID}).

$$P_{ID} = 5.2 \times 10^{-7} (\sim 1 : 2,000,000)$$

P_{ID} indicates the probability of two randomly drawn individuals displaying identical genotypes.

Similar marker systems are available for *Quercus robur*, *Fagus sylvatica* and many other woody species.

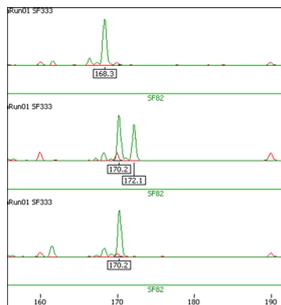


Fig. 3: Three *A. alba* individuals genotyped with a capillary sequencer at a nuclear microsatellite locus. Two individuals (upper and lower lane) are homozygous, one is heterozygous (middle lane) as shown by two distinct fluorescence peaks.

Conclusion

Highly polymorphic DNA markers can differentiate individual plants with high exclusion percentages.

It is possible to analyze maternal tissues of seeds and fruits of the described key forest tree species with DNA markers.

Seeds or fruits can be traced back to their mother trees, which is also of interest for seed dispersal studies.

Success with the described species suggests that this may be possible for a large number of woody species.

Future control systems will be able to verify the declared source identity of a seed charge, preventing attempts at fraud.

A higher rate of successful restoration measures in landscape and forest management could be the consequence.

Literature

CREMER, E., LIEPELT, S., ZIEGENHAGEN, B., HUSSENDÖRFER, E. (2003): Microsatellite and isozyme markers for seed source identification in silver fir. *Forest Genetics* 10: 165-171.

ZIEGENHAGEN, B., LIEPELT, S., KUHLENKAMP, V., FLADUNG, M. (2003): Molecular identification of individual oak and fir trees from maternal tissues of their fruits or seeds. *Trees, Structure and Function* 17: 345-350.

Anschrift der Autoren:

E. Cremer, G. Rathmacher
Prof. Dr. B. Ziegenhagen, S. Liepelt
Philipps-University of Marburg, Faculty of
Biology, Conservation Biology,
Karl-von-Frisch-Strasse 8, 35032 Marburg

Prof. Dr. E. Hussendörfer
FH Weihenstephan, FB Wald und Forstwirtschaft,
Am Hochanger 5, 85354 Freising,
Germany

Kern-Mikrosatelliten-Marker für die Weißtanne (*Abies alba* MILL.)

**Eva Cremer, Sascha Liepelt, Federico Sebastiani, Birgit Ziegenhagen,
Giovanni G. Vendramin**

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung beschreibt die Entwicklung und Charakterisierung von 10 Kern-DNA-Mikrosatelliten-Markern (SSRs) für die Weißtanne (*Abies alba*). Diese wurden auf der Grundlage einer Klon-Bank für Weißtanne (enriched library) entwickelt. Mit den neu entwickelten Mikrosatellitenorten wurden bis zu sechs Individuen aus vier verschiedenen Weißtannen-Populationen in Europa untersucht. Anhand dessen konnte ein erster Eindruck über die genetische Diversität, d.h. über die Anzahl der Allele und über die Heterozygotie, der neuen Marker gewonnen werden. Mittels des Parameters P_{ID} (probability of identity) wurde die Möglichkeit einer Individualunterscheidung abgeschätzt. Zudem werden Ergebnisse hinsichtlich der Übertragbarkeit der Mikrosatelliten-Marker auf andere *Abies*-Arten vorgestellt. Ihre erste Anwendung werden die neuen Marker im Rahmen eines laufenden Projektes finden, indem Diversität, Genfluss und räumlich-genetische Strukturen von Tannenjungwuchs erfasst werden - vergleichend im Bestand und auf Freiflächen.

Schlagwörter: Weisstanne, SSRs, genetische Variation

New polymorphic nuclear microsatellite markers in *Abies alba* MILL.

Summary

This study reports on the development and characterization of 10 polymorphic nuclear microsatellite loci of silver fir. These microsatellite markers were developed by means of the construction and screening of an enriched library.

Genetic variation in terms of diversity and heterozygosity has been estimated for the new SSR markers from the analysis of several individuals of different populations within Europe. Thus, the markers have also been validated for high exclusion percentages or low probability of identity, respectively. In addition, results of transferability-tests of the newly developed markers to other *Abies* species are presented.

The new markers will find their first application in an ongoing project analyzing spatially explicit genetic structures, diversity and gene flow comparing a natural forest site with large-sized open areas.

Keywords: silver fir, SSRs, genetic variation

Motivation

Microsatellite markers also called simple sequence repeats (SSRs) can be used for the evaluation of genetic diversity, for parentage analysis and gene flow studies as well as for individual identification in plant and animal species. For the European silver fir (*Abies alba*) such microsatellite markers were not

available so far. This study reports on the development and characterization of nuclear microsatellite loci in silver fir. An enriched genomic library was screened for microsatellite sequences. Furthermore, a transfer of the new SSR markers to other fir species was tested.

Characterization of the new markers

Screening the genomic library for microsatellite sequences, a total of about 290 colonies were isolated, 170 of them were sequenced, 44 primer pairs were designed and 10 polymorphic microsatellite loci of expected size were obtained.

The variability check for polymorphism on the automatic sequencer MegaBace (fig. 1) was conducted analyzing up to 24 individuals of 4 populations within Europe (Bulgaria, France, Germany, Switzerland).

For the 10 microsatellite loci, between two and 15 alleles were found with an overall average of 5.2 alleles per locus (tab. 1). The expected heterozygosity ranged from 4,1% to 88,3% with a mean value of 52,5%.

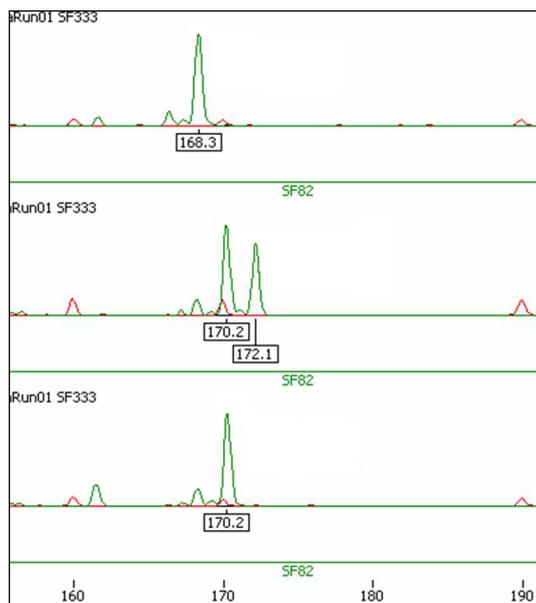


Fig. 1: Primer check SF 333i on MegaBace with three different silver fir samples

Abb.1: Primer-Test SF 333i auf dem automatischen Sequenzierer MegaBace mit drei verschiedenen Tannen-Proben

Tab. 1: Characterization of 10 polymorphic microsatellite loci for *Abies alba*
Charakterisierung der 10 polymorphen Mikrosatellitenorte für die Weißtanne

locus name	repeat motif	PCR product size (bp)	N	A	H _O (%)	H _E (%)
SF 1i	(CCG) _n	221-226	24	3	33.3	59.8
SF b5	(CT) _n	143-155	24	5	62.5	59.3
SF g6	(AC) _n	107-113	22	3	13.6	12.9
SF 50i	(GT) _n (GC) _n	96-102	23	4	8.7	47.5
SF 78	(CGCA) _n (CA) _n G(CA) _n	158-244	22	15	68.2	88.3
SF 83	(CTT) _n ... (GCC) _n	197-205	24	2	4.2	4.1
SF 239i	(TG) _n	108-122	21	6	28.6	64.2
SF 324i	(CCG) _n	110-116	24	3	33.3	34.8
SF 331	(GT) _n	106-116	19	5	21.1	74.7
SF 333i	(CA) _n (TA) _n	168-178	23	6	39.1	79.2

Transferability to other *Abies* species

Inter-specific amplification was tested in eight other *Abies* species with 3 to 5 individuals each (tab. 2). Successful amplification for most combinations of locus and species could be obtained. The microsatellite locus SF 331 failed amplification in *Abies marocana*; SF1i and SF239i showed multibanding patterns in most cases. All amplification products of the eight species showed similar sizes to those of *Abies alba*.

Tab. 2: Transferability of primer pairs to other *Abies* species; + amplification; – no amplification; m: multibanding pattern
Übertragbarkeit der Mikrosatelliten-Primerpaare auf andere Tannenarten

Species	Locus name									
	SF1i	SF b5	SF g6	SF50i	SF 78	SF 83	SF 239i	SF 324i	SF 331	SF 333i
<i>Abies borisii regis</i>	+ m	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Abies bornmuelleriana</i>	+ m	+	+	+	+	+	+ m	+	+	+
<i>Abies cephalonica</i>	+ m	+	+	+	+	+	+ m	+	+	+
<i>Abies cilicica</i>	+ m	+	+	+	+	+	+ m	+	+	+
<i>Abies equitrojani</i>	+ m	+	+	+	+	+	+ m	+	+	+
<i>Abies marocana</i>	+ m	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Abies numidica</i>	+ m	+	+	+	+	+	+ m	+	+	+
<i>Abies pinsapo</i>	+ m	+	+	+	+	+	+ m	+	+	+

Probability of identity

The probability of identity (P_{ID}) was calculated following Waits *et al.* (2001). It indicates the probability that two randomly chosen individuals have identical genotypes.

The P_{ID} value of 0.0000013231 means that two randomly drawn individuals in 770000 cannot be differentiated.

This calculation includes the assumption that the loci are not linked. The calculated Fisher's test of linkage disequilibrium did not show any significant linkage disequilibrium.

Conclusion

Ten variable nuclear microsatellite loci are available for silver fir. Most of the loci are transferable to eight other fir species suggesting that the markers developed for *Abies alba* are also useful for population genetic studies in other *Abies* species. Using these novel microsatellite markers, a high exclusion probability can be reached to differentiate between various fir trees.

Literature

WAITS, L.P., LUIKART, G. & TABERLET, P. (2001): Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. *Mol. Ecol.* 10: 249.

Anschrift der Autoren:

Eva Cremer, Sascha Liepelt,
Prof. Dr. Birgit Ziegenhagen
Philipps-University of Marburg, Faculty of
Biology, Conservation Biology, Karl-von-
Frisch-Strasse 8, 35032 Marburg, Germany

Federico Sebastiani
Dipartimento di Biotecnologie Agrarie,
GenExpress, Università di Firenze, Via della
Laustruccia 14, 50019 Sesto Fiorentino
(Firenze), Italy

Giovanni G. Vendramin
Istituto di Genetica Vegetale, Consiglio
Nazionale delle Ricerche, Via Madonna del
Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (Firenze),
Italy

Weißbannherkunftsversuch in Baden-Württemberg

Marie Carmen Dacasa-Ruedinger, Ian Bromley, Manuel Karopka

The South-German European Silver-fir (*Abies alba* Mill.) Provenance Trial in Baden-Württemberg

Marie Carmen Dacasa, Ian Bromley und Manuel Karopka

Department for Forest Ecology, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, Deutschland

Summary

In the 1980s the South-German European Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Provenance Trial was established. Results show that the site choice for planting European silver fir is critical for the long-term success of the venture.

Introduction

Due to the severe damage on native European silver fir during the 1970s the South-German European Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Provenance Trial was established in the 1980s to characterize the long-term development trends of the several provenances under different site conditions. In this way suitable provenances for Southern Germany can be identified and later used as seed sources.

Material and methods

The trial comprises 42 provenances from southern Germany and 17 European provenances which are partly identical to the ones included in the IUFRO European silver fir trial. The provenances were brought together on 11 sites in Bavaria and 8 in Baden-Württemberg these latter ones being managed by the Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) in Freiburg.

To assess the suitability to the various sites, vitality, resistance to pests and diseases and growth yield were regularly monitored. Findings of the first survey carried out during 1992 and 1993 on all sites are reported by Ruetz *et al.* (1998). In 2001 a second survey took place in two montane sites, Neuenbürg and Tiengen with abundant precipitations (1292 and 1200 mm annual precipitation respectively). Geology differs the two sites presenting the first one a sand stone soil and the last one a granit-gneis soil. This two sites were established in 1988 with bare root plant material from a sown of 1982. Neuenbürg comprises 21 and Tiengen 15 provenances both with three replications of 49 plants each one. To allow a comparison between both sites and both years of surveys the results of the 14 provenances which coincide overall will be used.

Results

Both survey years show very different trends in the ranking position of the several provenances. This occurs for both sites. There are provenances like Siegsdorf (Germany) that present lower positions (Fig. 1 and 2) and provenances like Fogarasch Mountains (Romania) showing superior positions after ten years (Fig. 1 and 2).

There are also changes in the trends depending on the site. Some provenances like Trento-Lavarone (Italy) or Tiengen (Germany) present an inverted trend as in the site Tiengen they went up in the ranking and in the site Neuenbürg descended (Fig. 1 and 2).

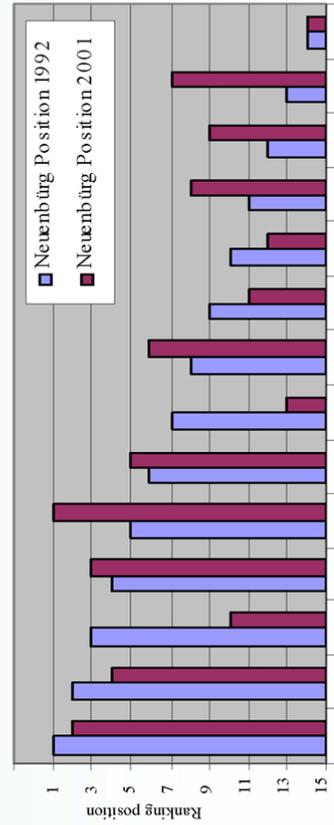


Fig. 1 Ranking position in mean height of the several provenances at the site Neuenbürg in 1992 and 2001. Low values in ranking position corresponds to high mean heights. Kr (Croatia), Ro (Romania), D (Deutschland), I (Italy), Sk (Slovakia), Bn (Bosnia), Fr (France), Bg (Bulgaria).

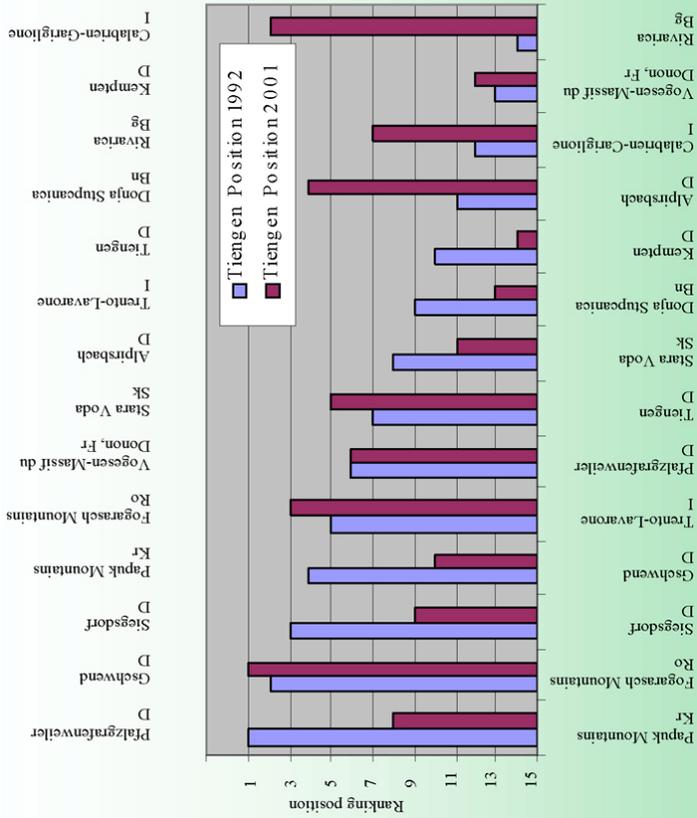


Fig. 2 Ranking position in mean height of the several provenances at the site Tiengen in 1992 and 2001. Low values in ranking position corresponds to high mean heights. Kr (Croatia), Ro (Romania), D (Deutschland), I (Italy), Sk (Slovakia), Bn (Bosnia), Fr (France), Bg (Bulgaria).

Conclusion

That some provenances show different growth characteristics in the second survey shows that provenance trials should take place over a long period of time in order to identify trends that may only appear later in life. In our survey it is not possible to make an assessment of the provenances adequacy to the several sites after ten years.

As already stated by Ruetz *et al.* (1998), the site choice for planting European silver fir is critical for the long-term success of the venture.

Literature:

Ruetz W.F., Franke, A. und Stimm, B. 1998. Der Süddeutsche Weißtannen (*Abies alba* Mill.)-Provenienzversuch. Jugendentwicklung auf den Versuchsfeldern. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 169. Jg., 67. 116-126.



Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Abteilung Waldökologie Postfach 708 79007 Freiburg Deutschland

Telefon +49 (0)761 4081-0

The Distribution of the Populations of Sessile Oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) in Bosnia and Herzegovina by Chloroplast DNA (cpDNA) and its Application in Forestry

Ballian Dalibor, Ivanković Mladen, Danko Slade

Abstract

The genetic variability of sessile oak (*Quercus petraea*) was investigated by cpDNA analysis, with application of AFLP technique. We determined the haplotypes of 16 populations, their correlations and relations to other populations from Europe.

The analysis showed that in the examined populations of sessile oak in Bosnia and Herzegovina there exist seven different haplotypes (2, 4, 5, 6, 7, 17, 31). In the haplotype 5 there were determined three previous subhaplotypes (a, b and c), and in 31 two (a and b). The cpDNA polymorphism was not under the selection pressure, and the cpDNA structure was therefore preserved from the glacial period until today, as opposed to the genetic markers mainly placed in the nucleuses, which have entirely lost their "initial" geographic structure since the glaciation period. In addition cpDNA almost exclusively maternal inheritance led to poor exchange of haplotypes between populations.

The results obtained by this analysis point to the presence of large variability in Bosnia and Herzegovina, which is also typical for other species of the Dinaric Alps.

Identification of the populations in the broader area, by analysis of haplotypes, could be acceptable in the future, since our previous work achieved good results. This method perceives the analysis of additional populations, in order to obtain as precise overview of the distribution of separate haploid types in Bosnia and Herzegovina as possible. In that way we hope that it will be possible to determine the origin of planting material, that is, to eliminate the populations from which it most likely does not originate. That would considerably decrease the possibility of speculations as well as the transfer of the planting material between different areas.

The results obtained by the cpDNA analysis can also help in forming seed zones, but due to high selection pressure against sessile oak by humans through an unplanned cutting, and by introduction of plant material of an unknown origin, it is necessary to find a sufficient number of autochthonous units, that is, populations of the investigated species, as well as new appropriate markers for their characterization.

Based on the results of this research we could, in a scientifically recognized way, determine the origin of the initial planting material from a broader geographic area, which would serve the reproductive purpose.

Keywords: *Quercus petraea*, sessile oak, variability, cpDNA

Introduction

Immediately after beech, sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) is considered most important economic and ecological species among the broadleaved trees in Bosnia and Herzegovina. It covers the area of approximately 333 000 ha, or around 15 % of all forests. Out of this, 115 000 ha are

high, and 218 000 ha are low forests (PIN-TARIĆ 1997).

Over the last 13 000 years the oaks were exposed to constant dynamic movements, that is, the migrations from their habitats (refugia) in southern Europe, towards its central parts, and further to the eastern and western Europe. The enormous climatic

changes that happened over this geological period (of the Earth's development) are one of the most significant factors in the migration of forest trees.

After glaciation, which lasted for approximately 100 000 years, and had reached its maximum 15 000 years ago, all forest trees started its spreading (MÄGDEFRAU AND EHRENDORFER 1997; Sitte et al, 1998). The dynamics of the spreading of forest trees could be determined by the analysis of the fossil pollen. HUNTLEY AND BIRKS (1983) for instance, reconstructed the directions of the movement of common fir in Europe, while most recent molecular research with cpDNA and mtDNA only add to these previous results (PETIT et al. 2002a; PETIT et al. 2002b, SLADE 2003). Thus, many of these, based on the analysis of the fossil pollen were confirmed and supplemented by the molecular research. Many authors (DUMOLIN et al. 1995; DUMOLIN-LAPEGUE et al. 1998; PETIT et al. 1993; PETIT et al. 2002a; PETIT et al. 2002b, SLADE 2003) have been working on geographic distribution of variability of oak haplotypes, related to their spread from the glacial habitat after the last glacial period. This later research confirmed previous results obtained by the analysis of the fossil pollen. There have been expected an enormous genetic discrepancy between the populations, particularly those that could

be found close to the oak glacial habitat. Five glacial refugia have been identified in which they survived after the last glacial period, and out of which they migrated toward north-east, to the limits of their current distribution range.

The aim of this study was to show possible molecular genetic differentiation of sessile oak by the analysis of the chloroplast DNA (cpDNA).

Except the fundamental significance of this research, it is also applicable in forest management, and above all it is significant for further activities on sessile oak breeding, that is, in the control of the origin of the seed and the planting material, for the process of artificial regeneration of the degraded forests of sessile oak (forestry and seed collecting) as well as for activities related to the establishment of gene banks and archives by *in situ* and *ex situ* methods.

Material and methods

The samples were collected from 16 populations of sessile oak in Bosnia and Herzegovina (tab. 1 and fig. 1). Within each population dormant buds were collected from five, approximately 80 years old trees. The fresh buds were peeled and the meristems with the green bud layers have been used.

Tab. 1: The analyzed populations of sessile oak

Ordinal number	Population	No of successful analyses	Longitude	Latitude	Height above see-level (m)
1	Banovići	5	18° 34'	44° 25'	396
2	Bočac	5	17° 09'	44° 31'	300
3	Čelinac	1	17° 19'	44° 42'	260
4	Dobro polje	5	18° 31'	43° 35'	741
5	Drežanka	5	17° 41'	43° 31'	230
6	Goražde	4	18° 58'	43° 38'	420
7	Gornji Vakuf	5	17° 30'	43° 59'	620
8	Gromiljak	3	18° 01'	44° 00'	600
9	Ostrožac	5	17° 49'	43° 41'	335
10	Omarska	4	16° 54'	44° 53'	200
11	Sapna	5	18° 57'	44° 32'	522
12	Šipovo	3	17° 08'	44° 18'	500
13	Tjentište	2	18°46'	43° 23'	462
14	Turbe	4	17° 33'	44° 13'	650
15	Žepče	5	18° 04'	44° 25'	232
16	Zvornik	3	19° 06'	44° 24'	185

A total DNA was isolated from five to ten buds per tree, depending on their size.

The DNA was isolated according to a modified CTAB protocol DOYLE & DOYLE (1987). Success of the DNA isolation was checked, under transilluminator, on the agar gel, by staining DNA with ethidiumbromide after a short electrophoresis.

The content of the solution for polymerase chain reaction (PCR) is given in table 2.

There were four fragments of chloroplast DNA multiplied. For amplification of each separate fragment we used a pair of the primers shown in table 3.

Tab. 2: The content of the solution for polymerase chain reaction for one sample

Substance	Quantity
dH ₂ O	2,65 µl
2 x Buffer	12,5 µl
primer 1	2,4 µl
primer 2	2,4 µl
Taq	0,05 µl
disolution DNA	5 µl
total	25,00 µl

Tab. 3: Basic details of the primers and restriction enzymes

Fragments	Primers	No. of bases	Sequence (5'-3')	Annealing temperature (T _A) in °C	Restriction enzymes
AS	Psa A [PSI (P700 apo-protein A1)]	22	5'-ACTTCTGGTTCCGGCGAACGAA-3'	57,5	Hinf I
	Trn Sr [tRNA-Ser(GGA)]	22	5'-AACCACCTCGGCCATCTCTCCTA-3'		
DT	Trn D [tRNA-Asp(GUC)]	19	5'-ACCAATTGAACTACAATCC-3'	54,5	Taq I
	Trn Tr [tRNA-Thr(GGU)]	20	5'-CTACCACTGAGTTAAAAGGG-3'		
CD	Trn C [tRNA-Cys(GCA)]	20	5'-CCAGGTCAAATCTGGGTGTC-3'	58,0	Taq I
	Trn Dr [tRNA-Asp(GUC)]	20	5'-GGGATTGTAGTTCAATTGGT-3'		
TF	Trn T [tRNA-Thr(UGU)]	20	5'-CATTACAAATGCGATGCTCT-3'	57,5	Hinf I
	Trn Fr [tRNA-Phe(GAA)]	19	5'-ATTGAACTGGTGACACGAG-3'		

The fragments obtained by polymerase chain reaction were digested by the following restriction enzymes:

- fragments AS and TF were digested by Hinf I by 5-hour incubation on 37 °C
- fragments DT and CD with Taq I, 3 hours on 65 °C.

Restriction fragments were separated by electrophoresis at 8% polyacrylamide gel. Electric tension (voltage) was 300V and running times are presented in Table 4.

The gel was stained with ethidiumbromide and obtained bands were filmed by Uvidoc camera and processed by Uvisoft software.

Tab. 4: Duration of electrophoresis of each digest at 8% polyacrylamide gel

PCR fragment	Restriction enzymes	Duration of electrophoresis
TF	<i>HinfI</i>	1h50
DT	<i>TaqI</i>	3h15
CD	<i>TaqI</i>	3h15
AS	<i>HinfI</i>	3h10

In table 5 we present the position of the bands on gel according to PETIT et al. 2002. Number 1 marks the greatest restriction fragment, and the highest number marks the lowest. Number 9 marks appearance of the new restriction site, which as a consequence results in an additional fragment on the gel.

We reported data for all fragments, including those which did not show variability in Bosnia and Herzegovina, in accordance with

results from research within Fair oak project (PETIT et al. 2002).

Tab. 5: The position of the bands on the gel for detected haplotypes

Gel	DT	CD	AS	TF	Haplotype
The position of the bands	3121	1923	132922	201	2
	1111	1123	152222	202	4a
	1121	1123	152222	201	5c
	2121	1113	152222	202	6
	1181	1123	152222	202	7
	1131	1123	132222	202	17
	2121	1123	152222	202	31a

The results were statistically processed with software *haplonst* and *haplodiv*, which may be found at www.Pierroton.inra.fr./genetics/Labo/Software.

There was determined the overall variability (h_T), the variability within the population (h_S), the haplotype differentiation without taking into account the relationship between separate haploid types (G_{ST}) and by taking into account their relationships (N_{ST}), as well as an optimal number of samples per population (n_{opt}).

The Results of the research

At the area of research we identified haploid types 2, 5, 6, 7, 17 and 31. Their distribution is presented in table 6, and at figure 1. In ten populations only one haplotype was identified per population, while in five populations there were found two haplotypes in each, as presented at table 6 and figure 1, (except the Čelinac population where there could not be found more as it was only represented with one tree.) In mixed populations the haplotypes 4 and 5 are most frequently represented, and those are typical haplotypes of the Balkan Peninsula. Otherwise in two populations there were identified haplotypes of the Apennine origin 2 and 17. Big number of haplotypically clean populations points at comparatively small human influence, to the flow of the genes between the populations. Namely, the chloroplast DNA is inherited clonally, exclusively via seed. Therefore, the cpDNA mainly remains

within the population and preserves its initial structure established by colonization.

Haplotype 2 was only found in the population Tjentište, it originates from the Apennines and individual acts isolated within investigated population. It is also present not so far northeast of this habitat (Petit et al, 2002.a).

Tab. 6: The haplotypes of the analyzed populations

No	Population	No of successful analyses	Haplotype
1	Banovići	5	6 i 17
2	Bočac	5	4c,5b i 5a
3	Čelinac	1	5
4	Dobro polje	5	4 i 5
5	Drežanka	5	31b
6	Goražde	4	5c i 6
7	Gornji Vakuf	5	5 i 7
8	Gromiljak	3	4
9	Ostrožac	5	31a
10	Omarska	4	5
11	Sapna	5	5
12	Šipovo	3	5b
13	Tjentište	2	2 i 4
14	Turbe	4	5b
15	Žepče	5	4
16	Zvornik	3	5c

Haplotype 4 is one representative of the Balkan haplotypes that has been distributed northwards to Denmark. At the investigated area it is represented in the clear form in two populations, while in three it comes with haplotypes 2 and 5.

For haplotype 5 that is most frequently represented (figure 1 and 2) we may say that it is a typical Balkan haplotype, even though it has also been registered in the research in central Europe (Petit et. al, 2002a). We identified it in ten populations, and out of that in six clean. Also, for this haplotype we have identified certain sub types of haplotypes a, b and c (figure 2) on gel TF.

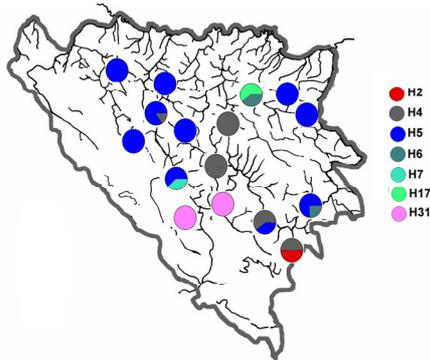


Fig. 1: The distribution of sessile oak chloroplasts haplotypes in Bosnia and Herzegovina.

The haplotype 6 was registered in eastern and northern Bosnia in mixed populations, Goražde and Banovići, and in Europe it is

typical for sessile oaks populations of Eastern Europe. The haplotype 7 was registered in only one mixed population, Gornji Vakuf, and it is mainly distributed in the area between southeastern Pyrenees, along Mediterranean France, and along the Alps to the northeast. Its farthest border of significant presence is the border of western Croatia.

The haplotype 17 was identified only in the population of Banovići and it is also of the Apennine origin, spreading northwest from this habitat. In Bosnia and Herzegovina it was found in the pubescent oak in the area of Glamočko polje and Kifino selo. This haplotype show dispersed, random distribution along the entire north Adriatic belt.

The haplotype 31 was found in two haplotypically monomorphic, sub-Mediterranean populations Drežanka and Ostrožac. Otherwise, this haplotype has also been registered at the Adriatic coastline near mouth of river Neretva and in Romania. Two Bosnian populations are differentiated by different subtypes of the haplotype 31, *a* and *b*.

Tab. 7: The parameters that show the portion of the units of each haplotype, parameter h_S shows the haplotypes variability contained within the population, h_T an overall haplotype variability within and between the populations, G_{ST} a part of variability which falls to variability between populations (data were obtained by statistical program *haplodiv*, and were used according to Ponsu and Petit (1995))

Haplotype	2	4	5	6	7	17	31	ukupno
total	1	13	32	4	2	2	10	64
Por. of the un. %	1,56	20,32	50,00	6,25	3,12	3,12	15,63	100
Por. of the pop. %	6,25	31,25	62,50	12,50	6,25	6,25	12,50	
h_S	0,00000	0,07143	0,15000	0,07857	0,08571	0,0000	0,0000	0,19286
h_T	0,00000	0,34022	0,52604	0,09066	0,13758	0,14286	0,14286	0,69011
G_{ST}	0,00000	0,79005	0,71485	0,13333	0,37700	1,00000	1,00000	0,69611

In table 7 some statistical indicators of the distribution of haplotypes are presented, and the population variability within and between populations. These data show that the haplotype 5 is present in 50% of the individuals or in 62,50 % of populations. After the haplotype 5, most frequently present is haplotype 4, present in 20,32 % of the trees, and in 31,25 populations.

The greatest variability of haplotypes in eastern Bosnia where in the Illyrian and the Mežan floristic group, i.e. the climatic zone. Also, somewhat smaller variability has been observed in Central Bosnia, in the valley of the Vrbas River. Banovići, as mixed population can be found at the edge of the Pannonian pool, at the border between the Pannonian continental climate, to a modified continental climate of the internal Dinaric Alps.

Figure 2 presents the distribution of separate haploid types. It illustrates how with the increase in the number of the analyzed restriction fragments, increases the number of the identified haplotypes. Out of these results arise some new elements, which in turn increase the differentiation between separate populations.

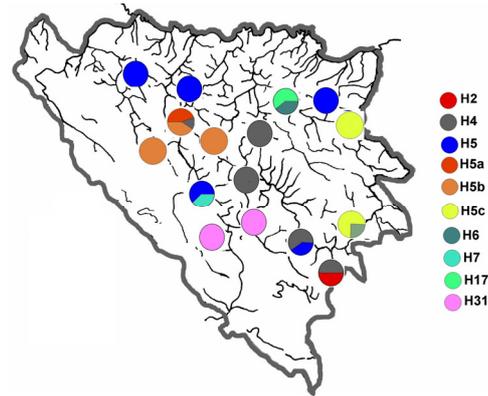


Fig. 2: Distribution of the identified subhaplotypes distinguished based on the readings of the additional bands on TF gel.

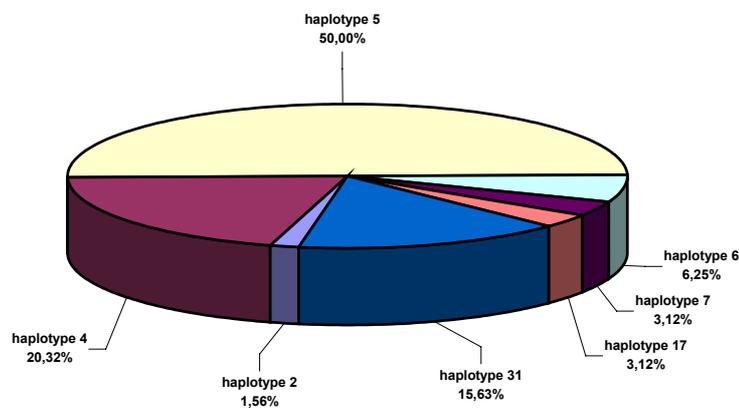


Fig. 3: Graphic presentation of the share of separate haplotypes of sessile oak in Bosnia and Herzegovina

The indicators of variability in the investigated populations were as follows: the haplotype variability contained within the populations was (h_S) 0,193, the overall haplotype variability within and between the populations (h_T) was 0,690, while the variability between the populations (G_{ST}) was 0,721, and the correlation between the haploid type (N_{ST}) was 0,754. Phylogenetic distance between haplotypes (V_S) was 0,170, while the genetic distance between haplotypes (V_T) was 0,692.

Figure 3 shows the presence of separate haplotypes of sessile oak in the populations in Bosnia and Herzegovina. We can see that haploid type 5 is most frequently present, followed by haplotypes 4 and 31.

Discussion and Recommendations

With the procedure of analysis of chloroplast DNA, we can only see one small portion of the population genetic information, and its greater part remains undetected, since we have only analyzed minor part of the chloroplast genome, and by this method we could not detect numerous point mutations with the exception of those at the restriction site. Since we have detected several point mutations at the restriction site, in only four of these segments, we may expect even greater number outside them, in both analyzed and unanalyzed parts of the chloroplast genome. Also, there are restrictions in possible application of variability of the haplotype chloro-

plast DNA in ecological research (BACHMANN 1994), because only small part of the genome is accessible.

By the presented genetic parameters usually the differences between the populations and within populations becomes visible and clear. Possible causes for these differences, except the initial natural selection, and anthropogenic activities, are also the developmental factors and processes of accommodation to diverse ecological conditions. A long lasting isolation in the small refugial populations, in combination with genetic drift, was powerful generator of haplotype diversification. Each habitat had different, sometimes extreme ecological conditions, at the edge of ecologic valence for the oak species (drought, low temperatures, etc.). Natural causes which have shaped the variability of cpDNA are post-glacial spreading in combination with clonal inheritance of chloroplasts, as well as the absence of natural selection to the analyzed markers, since among others, the majority of phenotype qualities was coded by nucleus. Human influence is reflected by «erasing» of this structure established by colonization. Within-population variability increase, and between-population variability decrease, by introducing diverse haplotypes in a separate habitat, as well as by spreading of separate haplotypes beyond their area of primal colonization.

The area of the Dinaric Alps has very specific ecological conditions, since even though a rather small space, it has a great diversity of climatic, edaphic, orographic and other factors, which directly influence the differentiation of diverse ecotypes. The experts therefore consider that different kinds of forest trees from the Dinaric area show great variability compared to the same species from the North.

When the methodic effects cannot be excluded (number of units in the sample), as well as the developmental and anthropogenic factors, these differences point at adaptation processes in each population that may play a significant role. Based on the

obtained results we can therefore give the following standpoints:

- The obtained variability is not as typical for the western and eastern Europe, but is more or less typical for the Balkan area, if we take into account the territorial proportions. We have identified a particularly high variability in Eastern Bosnia.
- The distribution of haplotype 31 points at a possible adaptability to certain ecological conditions, but there also exists the possibility that this is a consequence of colonization.
- For haplotype 5 it is interesting that it appears in two separate areas in eastern and western Bosnia. The areas are separated by a group of other haplotypes that comes from the valleys of the Neretva and Bosnia rivers, that is, the areas open to Mediterranean, and that there are three subtypes of this haplotype which gives them special value in identification of the populations with this haplotype.

Based on the above we may conclude that there exist differences between the populations and the initial difference between the populations, the genetic differentiation, caused by post-glacial colonization. Later, this initial structure is being lost, particularly it disappears from the genes that are under strong selection pressure, and remains more or less preserved in the parts of DNA, which are not under the selection pressure or physically bound to them. Based on the above mentioned, it is possible to apply the rules given by GREGORIUS et al. (1984) which refer to isoenzyme, and apply it in determining the populations and control of the seeds by using the cpDNA analysis and the obtained haplotypes. In applying this method it is necessary in the first place to respond to two questions:

- Whether two or more samples contain same haplotypes, or if it is only that they are present, i. e., their subtypes?
- Whether the frequency of the haplotypes in the samples that are being compared are the same?

Despite the obtained results, the researchers still contemplate on the size of the sample to encompass the real genetic diversity of the researched populations. It is known that an increase in the number of analyzed units per population provides a more precise notion of the genetic structure, as the increase of the sample increases the possibility to include rare haplotypes in that population, and to determine with more precision their share. At the same time, value of n_{opt} (2,59) shows that it is better to analyze small number of individuals in highest possible number of populations, then reverse. This allows us to have better coverage of assessed region and detect differences on the finer scale.

Artificial rejuvenation of sessile oak, considering its current condition, will play a significant role in the future. It is however related to many problems, such as complicated production in the nurseries due to specific ecological requirements of the species, to a poorly represented *gene pool* in the produced material. That is why there need to be taken care of the following within the process of artificial rejuvenation:

- The origin of the seed and the planting material. The seed should not be burdened by bad genetic structure, and it needs to be applicable and adjustable for a certain habitat, in other words to correspond to local populations separated on the basis of seed regions (GRAČAN et al., 1999).
- To determine the optimal number of the plants in the rejuvenation process, in order to obtain a satisfying number of plants in the forthcoming stages that would represent the genetic structure of the population (ZIEHE et al. 1989).
- To determine the usage of the seeds collected from as many trees as possible, equally distributed in the population, the seeds of different age, in order to decrease possible harmful influence of inbreeding, and better preserve the genetic structure of the population, because it can happen that due to some reasons a part of the trees has not bloomed in the year of collection, or did

not give fruit (MÜLLER–STARCK 1991; KONNERT 1996).

- To preserve as large heterogeneity of the plantation as possible and to restrain from any measures of maintenance and care works in the population, which means to allow natural selection to eliminate as many unadjusted units as possible (MUONA et al. 1988).

The basic question is how many populations can represent one species. In this case sessile oak covers the area of 333.000 ha in Bosnia and Herzegovina, with a whole spectra of ecological conditions and phytocenologic appurtenance.

The number of plants that have been included in the analysis was 5, but with some of the populations the analyses failed, therefore the results that have been presented contained an insufficient number of units. The number of plants that represented a population still remains questionable, as the problem of subjectivity in collecting the samples may become an issue. Also there is a problem whether all haplotypes will be registered. Therefore, in the area like that of the Dinaric Alps, where in a comparably small space diverse ecological conditions intermingle, with diverse plant communities, including the presence of sessile oak, there should be applied the version of smaller number of units in the sample, and include different ecological conditions, that is, many more populations. Only this increase would, however, require the decrease of the number of samples and vice versa, since limiting factors are always being set, such as the time necessary for the research and laboratory capacity. According to statistical analysis for the purpose of this the obtained value was n_{opt} out of 2,59, and it shows that it is optimal to take 3 samples per population for this kind of research.

Based on the obtained results we could not precisely determine what is the number of the populations and within the populations the number of units necessary to preserve the genetic potential? It would be necessary to provide a greater number of samples/populations, and the obtained variability

would be determined with greater precision. However, with artificial spreading of the population of sessile oak in Bosnia and Herzegovina, special attention needs to be given to local populations that are very important at the local level, that is, in the region, based on its adjusting potential, and which would need to be experimentally proven. The regions in Bosnia and Herzegovina are defined (STEFANOVIĆ et al. 1983).

According to FINKELDEY (1993), the number of units necessary to preserve the genetic potential has to be based on the likelihood of the loss of rare genes from the population, which means that the population needs to be so big to preserve in itself a larger part of the *gene pool*. This is important in conservation of the genes *ex situ*, either by preserving the seeds in the gene banks, or by establishing the gene archives. For preservation of the potential *in situ* the lower border of the number of units needs to be determined based on the knowledge whether it is possible to rejuvenate the genetic potential later with natural rejuvenation process. In that case the number of plants is crucial, both the horizontal and the vertical structure, the type of management as well evenage or selected structure of the forest. Thus, in the heterogeneous conditions of the Dinaric Alps it is necessary to have a greater number of smaller seed orchards or seed stands.

In the populations with rare chloroplast DNA sequences (haplotype 2, 7 and 17) over their rejuvenations we need to give special attention to the structure of a young stand and allow the transfer of rare haploid types to the next generation, if possible by natural rejuvenation, but if that proves insufficient, support it by artificial rejuvenation. In those works the attention should be paid to genetic structure of the population, according to age stages, since in the investigations carried out by RUETZ et. al. (1996) the results show differences between different age groups or age stages for the population of common fir. The rejuvenation needs to be followed by intermittent molecular genetic research (BEHM AND KONNERT, 1999), since the genetic differences between the old and

the young trees in one population, along with corresponding breeding measures, may be reduced to a minimum.

Conclusions

The up to date results by application of polymorphism of the restriction fragments of cpDNA show that our current possibilities in confirming the origin of the seed of sessile oak are minor and difficult. The offered system of identification, on a broader area, by the haplotype method, could in the future prove as acceptable, because the initial researches showed good results. It would be necessary to continue with the research with the aim to create an overall network of the researched populations in Bosnia and Herzegovina.

The results obtained by cpDNA analysis may help in forming seed zones, but due to strong selection pressure resulting from an unplanned forest cutting and introduction of planting material of an unknown origin, it would be necessary to find a sufficient number of autochthonous units, that is, populations of the investigated species as well as new applicable markers for their characterization.

The method used in this work may help in determining the autochthony of separate populations and point at introduction of certain species.

Literature

- BACHMANN, K. (1994): Molecular markers in plant ecology. *New Phytolo.* 126: 403-418.
- BEHM, A., KONNERT, M., (1999): Conservation of Forest Genetic Resources by Ecologically Oriented Forest Management – a Realistic Chance? *Forst und Holzwirtschaft*, 194: 215-235.
- DOYLE, J.J., DOYLE, J.L. (1987): A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemistry Bulletin*, 19:11-15.

- DUMOLIN, S., DEMESURE, B., PETIT, R.J. (1995): Inheritance of chloroplast and mitochondrial genomes in pedunculate oak investigated with an efficient PCR method. *Theoretical and Applied Genetics* 91(8): 1253–1256.
- DUMOLIN-LAPEGUE, S., PEMONGE, M.H., PETIT, R.J. (1998): Association Between Chloroplast and Mitochondrial Lineages in Oaks; *Molecular Biology and Evolution*, 15(10):1321-1331.
- FINKELDEY, R. (1993): Die Bedeutung allelischer Profile für die Konservierung genetischer Ressourcen bei Waldbäumen, Göttingen, Forstgenet. Ber., 14: str. 176.
- GRAČAN, J., KRSTINIĆ, A., MATIĆ, S., RAUŠ, Đ., SELETKOVIĆ, Z. (1999): Šumski sjemenski rajoni (jedinice) u Hrvatskoj, Rad. Šumar. inst. Jastrebarsko, 34 (1): 55-93.
- GREGORIUS.H.R., HATTEMER, H.H., BERGMANN, F. (1984): Über Erreichtes und kaum Erreichbares bei der "Identifikation" forstlichen Vermehrungsguts; Bericht des Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Georg-August-Universität Göttingen.
- HUNTLEY, B., BIRKS, H. J. B. (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe 0-13000 years ago, Cambridge University Press, Cambridge, 73-90.
- KONNERT, M. 1996: Beeinflussen Nutzungen einzelner Bäume die genetische Struktur von Beständen? *AFZ/Der Wald*, 23: 1284-1291.
- MÄGDEFRAU, K., EHRENDORFER, F. (1997): Botanika, sistematika, evolucija i geobotanika. Školska knjiga, Zagreb, str. 443.
- MÜLLER-STARCK, G. (1991): Genetic processes in seed orchards. In: Giertych, M., Mátyás, C. (ed.): Genetics of Scots Pine. Elsevier, Amsterdam, 147-162.
- MUONA, O., HARJU, A., KÄRKKÄINEN, K. (1988): Genetic comparison of natural and nursery grown seedlings of *Pinus sylvestris* using allozymes, *Scand. J. of Forest. Res.*, 3:37-46.
- PETIT, R.J., KREMER, A., WAGNER, D.B. (1993): Geographic structure of chloroplast DNA polymorphisms in European oaks, *Theoretical and Applied Genetics*, 87:122-128.
- PETIT, R.J., BREWER, S., BORDACS, S., BURG, K., CHEDDADI, R., COART, E., COTTRELL, J., CSAIKL, U.M., VAN DAM, B.C., DEANS, J.D., FINESCHI, S., FINKELDEY, R., GLAZ, I., GOICOECHEA, P.G., JENSEN, J.S., KÖNIG, A.O., LOWE, A.J., MADSEN, S.F., MÁTYÁS, G., MUNRO, R.C., POPESCU, F., SLADE, D., TABBENER, H., DE VRIES, S.M.G., ZIEGENHAGEN, B., DE BEAULIEU, J.L., KREMER, A. (2002a): Identification of refugia and postglacial colonization routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. *Forest Ecology and Management*, 156(1-3):49-74.
- PETIT R.J., CSAIKL, U.M., BORDACS, S., BURG, K., BREWER, S., COART, E., COTTRELL, J., VAN DAM, B.C., DEANS, J.D., GLAZ, I., DUMOLIN-LAPEGUE, S., FINESCHI, S., FINKELDEY, R., GILLIES, A., GOICOECHEA, P.G., JENSEN, J.S., KÖNIG, A.O., LOWE, A.J., MADSEN, S.F., MÁTYÁS, G., MUNRO, R.C., PEMONGE, M.H., POPESCU, F., SLADE, D., TABBENER, H., TAURCHINI, D., DE VRIES, S.M.G., ZIEGENHAGEN, B., KREMER, A. (2002b): Chloroplast DNA variation in European white oaks. Phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *Forest Ecology and Management*, 156(1-3):5-26.
- PINTARIĆ, K. (1997): Forestry and forest reserves in Bosnia and Herzegovina. COST Action E4 – Forest reserves research network, Ljubljana, pp 1-15.
- RUETZ, W. F., KONNERT, M., BEHM, A. (1996): Sind Waldschäden auch eine Frage der Herkunft? *AFZ/Der Wald*, 14: 759-761.
- SITTE, P., ZIEGLER, H., EHRENDORFER, F., BRESINSKY, A. (1998): Strasburger Lehrbuch der Botanik, Gustav Fischer, Stuttgart-Jena-Lubeck-Ulm. str. 1007.
- SLADE, D. (2003): Distribucija haplotipova hrastova skupine *Quercus sensu stricto* na Balkanskom poluotoku, Doktorska disertacija, Zagreb.
- STEFANOVIĆ, V., BEUS, V., BURLICA, Č., DIZDAREVIĆ, H., VUKOREP, I. (1983): Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Her-

cegovine, Sarajevo, 1983, Šumarski fakultet, Posebna izdanja br. 17.: 23-27.

ZIEHE, M., GREGORIUS, H. R., GLOCK, H., HATTEMER, H. H., HERZOG, S. (1989): Gene resources and gene conservation in forest trees: General concept. In: Scholz, F., Gregorius, H. R., Rudin, D. (ed.): Genetic Effects of Air Pollutants in Forest Tree Populations, Springer-Verlag, Berlin, 173-185.

Anschrift der Autoren:

Ballian Dalibor

University of Sarajevo, Faculty of Forestry, Zagrebacka 20, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Ivanković Mladen

Forest Research Institute, Jastrebarsko, 10450 Jastrebarsko, Croatia

Danko Slade

Agrokor d.d., Trg D. Petrovica 3, 10 000 Zagreb, Croatia

Riegelhorn – Vermehrung und Anbauversuch

Dietrich Ewald, Volker Schneck, Heike Liesebach

Zusammenfassung

Im Rahmen der jährlichen Holz-Submissionen in verschiedenen Bundesländern werden immer wieder sehr wertvolle Stämme des sogenannten Riegelahorns, einer Varietät des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus* L.), verkauft. Eine Erhaltung dieses wertvollen Materials als Genressource und ihre wirtschaftliche Nutzung, z.B. als Mehrklonsorte, ist von der Lösung verschiedener wissenschaftlicher Fragestellungen abhängig. So muss der Nachweis geführt werden, dass das besondere Merkmal Riegelung bei der auto- oder heterovegetativen Vermehrung übertragbar ist. Es ist auch zu klären, ob es Standorteinflüsse auf dieses Merkmal gibt. Neben der Erhaltung und Vermehrung der Klone durch Pfropfung wurden in ersten Versuchen verschiedene Möglichkeiten der vegetativen Vermehrung untersucht. Während eine Vermehrung gepfropfter Klone über Stecklinge häufig an der fehlenden Bewurzelung scheiterte, zeigten in-vitro-vermehrte Sprosse eine nahezu vollständige Bewurzelbarkeit.

Eine genetische Identifizierung der Klone ist ebenfalls erforderlich. Mit der Kombination von 6 polymorphen Isoenzym-Loci war eine eindeutige Unterscheidung des vorhandenen Materials von Riegelhorn-Klonen und Pfropfunterlagen möglich.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde begonnen, Material von verschiedenen geriegelten Individuen durch Pfropfung zu vermehren, um in Zusammenarbeit mit dem Land Nordrhein-Westfalen künftig zwei Versuchsflächen anzulegen.

Wavy grain sycamore – propagation and field trial

Abstract

Very valuable logs of wavy grain sycamore, a variety of *Acer pseudoplatanus* L., are sold during the annual sale of wood in several federal states in Germany. A conservation of this valuable material as a genetic resource and the economical use (e.g. as a clone mixture) de-

depends on the solution of different scientific questions. It has to be shown that this special wood pattern (wavy grain) will be transmitted via auto- or heterovegetative propagation. It has also to be clarified if there exists an influence of environmental conditions onto this wood pattern. Besides the conservation and propagation of clones by grafting first experiments were carried out to check the possibility of cutting or micropropagation. Whereas the propagation of cuttings from grafts often failed because of a lacking root formation the micropropagated shoots showed an almost complete root formation. Genetic identification of clones is necessary as well. With a combination of 6 polymorphic isozyme loci a distinct differentiation of the already grafted material of wavy grain sycamore clones was possible. Material of different wavy grain individuals was grafted to establish two field trials together with the federal state North Rhine-Westphalia.

Anschrift der Autoren:

Dr. Dietrich Ewald, Volker Schneck, Dr. Heike Liesebach
Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft,
Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Eberswalder Chaussee 3A,
15377 Waldsiedersdorf

Analyse der Forstsaatgutproduktion in der Slowakei in Hinblick auf die genetische Vielfalt

Elena Foffová, Vladimír Foff, Dagmar Bednárová

Zusammenfassung

Anhand der Daten aus dem Nationalen Register des Ausgangsmaterials für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut und Angaben über geerntete Rohsaatgutmengen, die in der Kontrollstelle für forstliches Vermehrungsgut Liptovský Hrádok gespeichert sind, wurden die Forstsaatguternten in den Jahren 1988 bis 2005 analysiert.

Die Slowakei hat für die Hauptbaumarten eine umfangreiche Ausgangsbasis an ausgewählten Beständen für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut. Der erzielte Umfang der Zulassung (etwa 5 bis 10 % der Fläche aller fruktifizierenden Bestände für die jeweilige Baumart) und eine gute räumliche Verteilung der ausgewählten Bestände könnte die notwendige Erhaltung der genetischen Vielfalt mit einem erwünschten Grad der Selektion verbinden. Aus dem Vergleich der durchgeführten Ernten mit dem Nationalen Register des Ausgangsmaterials geht hervor, dass nur ein Teil von den insgesamt ca. 5.500 zugelassenen Ernteeinheiten wirklich für die Saatgutproduktion genutzt wurde.

Die neuen Waldbesitzformen und der private Baumschulsektor in der Slowakei tragen in den letzten Jahren zu einer Erhöhung der Ernteintensität bei. Ökonomische Faktoren und gesetzliche Anforderungen an die Produktion des forstlichen Vermehrungsgutes können aber eine Tendenz zur Ernte großer Saatgutpartien in wenigen Erntebeständen der mittleren Höhenlagen zur Folge haben.

Möglichen Lösungen, die zur Erhaltung der genetischen Vielfalt beitragen könnten, werden diskutiert.

Analysis of the forest tree seed production in Slovakia regarding the genetic diversity

Abstract

Based on the data from the National Register of the approved basic forest reproductive material and data about collected amounts of cones and seeds, archived in the Centre for Control of Forest Reproductive Material in Liptovský Hrádok, the harvests of the forest tree seeds in the period 1988 – 2005 were analysed.

Slovakia has for the main tree species a rich base of selected stands for seed collection. The extent of approval (5 to 10% from the total area of the stands in seed bearing age of the particular tree species) and a good spatial distribution of the approved stands join the aims of the gene conservation and the required selection of the tree species.

A comparison of the made seed harvests with the register of approved basic material showed, that from the altogether ca. 5500 of approved seed collection units only a part was really used for the seed production.

The new ownership forms in Slovak forests and the grown private nursery sector contributes to the higher intensity of the tree seed harvests in the last years. But the economic reasons and legal requirements on the production of the forest reproductive material bring about the trend to collect large seed lots from few approved stands in the mostly used altitude zones.

The possible solutions, which could contribute to save the genetic diversity, are discussed.

Einführung

Die Slowakei, als ein Land mit einem hohen Anteil der Waldfläche (40%) und entsprechender Bedeutung der Forstwirtschaft, bemüht sich schon mehr als 60 Jahre, die Erzeugung von forstlichem Vermehrungsgut zu regulieren.

Die erste rechtlich verbindliche Norm für das forstliche Vermehrungsgut stellt die Verordnung des Wirtschaftsministeriums IX-54/7-1939 vom 8. August 1939 über die Auswahl der Waldbestände für die Ernte von Saat- und Pflanzgut dar.

Diese Verordnung hat ein zentrales Register von Personen, die mit dem forstlichen Vermehrungsgut arbeiten, eingeführt und die Regeln für Zulassung und Erfassung der Erntebestände sowie für Saatguternte und für Erzeugung und Anwendung der Forstpflanzen festgelegt.

Im Dezember 2000 hat sich die Slowakei dem OECD-Schema für die Kontrolle des

forstlichen Vermehrungsgutes angeschlossen. Die rechtliche und technische Übereinstimmung mit dem OECD-Schema wurde durch die Durchführungsverordnung des Ministeriums für Landwirtschaft Nr. 64/2001 über forstliches Vermehrungsgut, seine Produktion und Erfassung gesichert.

Die Bestimmungen der Richtlinie 1999/105/EG werden in der Slowakischen Republik durch das Gesetz des Nationalrates der SR Nr. 217/2004 über forstliches Vermehrungsgut, über die Änderung einiger Gesetze und durch die Durchführungsverordnung des Ministeriums für Landwirtschaft Nr. 571/2004 über Ausgangsmaterial für Gewinnung vom forstlichem Vermehrungsgut und über die Ernte, Erzeugung, Vertrieb and Anwendung des forstlichen Vermehrungsgutes umgesetzt.

Diese Rechtsnormen haben die in der Durchführungsverordnung 64/2001 festgelegte Abgrenzung baumartenbezogener Herkunftsgebiete für die Fichte, Weißtanne, Waldkiefer, Europäische Lärche, Rotbuche,

Traubeneiche und Stieleiche beibehalten. Die Herkunftsgebiete schließen mehrere Wuchsgebiete mit ähnlichen ökologischen Charakteristiken zusammen. Sie befinden sich entweder in Arealen der natürlichen Verbreitung der einzelnen Baumarten oder außerhalb von diesen Arealen. Zwischen den Herkunftsgebieten im Areal der natürlichen Verbreitung einer Baumart ist eine Übertragung von Vermehrungsgut untersagt. Ebenfalls ist es nicht erlaubt, in ein natürliches Verbreitungsareal das Vermehrungsgut aus Herkunftsgebieten, die sich außerhalb von dem natürlichen Verbreitungsareal befinden, zu übertragen.

Für die anderen in der Richtlinie des Rates 1999/105/EG angeführten Baumarten wurde durch das Gesetz 217/2004 ein gemeinsames Herkunftsgebiet – das ganze Territorium der Slowakei - definiert. Für Zwecke der vertikalen Übertragung aller Baumarten sind Höhenstufen von 200 m festgelegt. Vermehrungsgut darf nur in die nächste, angrenzende Höhenstufe (nach unten oder nach oben) übertragen werden.

Aus der Durchführungsverordnung Nr. 64/2001 über forstliches Vermehrungsgut wurde auch die Registrierung vom erzeugtem Saat- und Pflanzgut durch die zentrale Kontrollstelle für das forstliche Vermehrungsgut (Forstliche Forschungsanstalt Zvolen, Zweigstelle Liptovský Hrádok) in die jetzt gültigen Rechtsvorschriften übernommen. Seit 2001 darf für forstliche Zwecke nur das registrierte Material benutzt werden. Dadurch stehen zur Zeit ganz genaue Angaben über das produzierte Saatgut und die Pflanzenanzucht in der Slowakei zur Verfügung.

Buche und Fichte sind die zwei häufigsten Baumarten in den slowakischen Wäldern. Sie sind auch am stärksten unter dem Ausgangsmaterial für die Gewinnung vom forstlichem Vermehrungsgut vertreten. Für diese zwei Baumarten werden hier die Saatternten der Jahre 1988-2004 detaillierter analysiert. Als Grundlage für die Analyse dienten Angaben aus den Herkunftszeugnissen, die in der Kontrollstelle für forstliches

Vermehrungsgut Liptovský Hrádok erfasst werden.

Ergebnisse

In der Slowakei gibt es für alle Baumarten insgesamt fast 5.500 zugelassene Ernteeinheiten für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut der Kategorie „ausgewählt“. Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Anzahl und die Gesamtfläche der zugelassenen Ernteeinheiten einzelner Baumarten (Stand Oktober 2005).

In der Tabelle 2 wird der Anteil von ausgewählten Erntebeständen an der Gesamtfläche der fruktifizierenden Bestände (Alter 60-150 Jahre) für Fichte, Kiefer, Weißtanne, Lärche und Buche inner- und außerhalb der natürlichen Verbreitungsgebiete dargestellt.

Aus den Tabellen 1 und 2 geht hervor, dass mindestens für die Hauptbaumarten genügend zugelassene Erntebestände der Kategorie „Ausgewählt“ - hauptsächlich in den natürlichen Verbreitungsarealen - zur Verfügung stehen. Diese Kategorie des Ausgangsmaterials stellt in der Slowakei die wichtigste Saatgutquelle dar. Darüber hinaus wird Saatgut der Waldbäume (besonders für die Baumarten Europäische Lärche und Gemeine Kiefer) in größerem Umfang noch in Samenplantagen (Kategorie „Qualifiziert“) gewonnen.

Tab.1: Zugelassene Ernteeinheiten der Kategorie „ausgewählt“ in der Slowakei
Approved seed collecting units (stands) of the category „selected“ in Slovakia

Baumart	Zugelassene Ernteeinheiten	
	Anzahl	Reduzierte Fläche [ha]
Nadelgehölze		
<i>Abies alba</i>	762	4392
<i>Larix decidua</i>	317	1046
<i>Picea abies</i>	1347	19447
<i>Pinus cembra</i>	3	5
<i>Pinus mugo</i>	1	1
<i>Pinus nigra</i>	42	144
<i>Pinus sylvestris</i>	409	2759
<i>Pinus strobus</i>	5	3
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	16	32
<i>Taxus baccata</i>	3	3
Σ Nadelgehölze	2905	27832
Laubgehölze		
<i>Acer platanoides</i>	5	3
<i>A. pseudoplatanus</i>	121	203
<i>Alnus glutinosa</i>	15	90
<i>Alnus incana</i>	2	5
<i>Betula pendula</i>	8	25
<i>Carpinus betulus</i>	3	25
<i>Fagus sylvatica</i>	1640	24535
<i>Frax. excelsior</i>	108	286
<i>Juglans nigra</i>	8	13
<i>Prunus avium</i>	2	5
<i>Quercus cerris</i>	7	47
<i>Quercus petraea</i>	617	7189
<i>Q. robur</i>		
<i>Quercus rubra</i>	6	31
<i>R. pseudoacacia</i>	2	18
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	3
<i>Tilia cordata</i>	14	32
<i>Ulmus glabra</i>	11	18
Σ Laubgehölze	2570	32528
Σ alle Baumarten	5479	60370

Tab. 2: Anteil der Erntebestände an der Fläche fruktifizierender Bestände der Baumart
Proportion of seed collection stands from the total area of the stands in seed bearing age of the particular tree species

Baumart	HKG*	Anteil
Picea abies	1 - 5	8,8 %
	6, 7	5,2 %
Abies alba	1 - 5	11,0 %
	6, 7	1,6 %
Pinus sylvestris	1 - 5, 7	4,3 %
	6, 8	3,8 %
Larix decidua	1 - 4	10,3 %
	5, 6	6,8 %
Fagus sylvatica	1 - 3	8,1 %
	4, 5	4,0 %

*Herkunftsgebiete der Baumart: im natürlichen Verbreitungsareal ausserhalb des Areals
Quelle: Sušková et al. 2005

Bei den Nebenbaumarten, für die noch keine genügende Basis der zugelassenen Bestände vorhanden ist, werden auch die Ernten aus dem Ausgangsmaterial der Kategorie „Quellengesichert“ akzeptiert. Die Mengen des produzierten (und registrierten) Saatgutes in den Ernteperioden 2003/2004 und 2004/2005 - zusammengefasst nach Produktionssektoren (staatlich, nichtstaatlich: privat, kommunal u.a.) sind aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Buche

In der Slowakei gibt es für die Buche fünf Herkunftsgebiete (Abb.1).

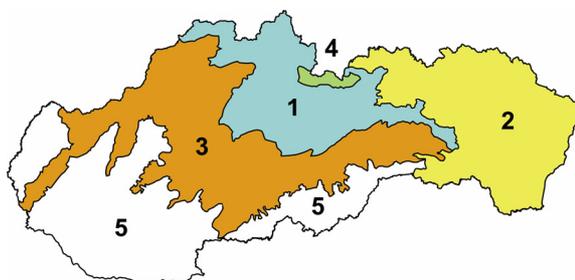


Abb. 1: Herkunftsgebiete *Fagus sylvatica* in der Slowakei

Fig. 1: Regions of provenance *Fagus sylvatica* in Slovakia

Tab. 3: Produktion forstlichen Saatgutes in der Slowakei: Ernteperioden 2003/4 und 2004/5
Forest tree seed production in Slovakia: collection seasons 2003/4 and 2004/5

Baumart	Saatgutmenge [kg]	
	2003/2004	2004/2005
Nadelgehölze		
<i>Abies alba</i>	15627	582
<i>Larix decidua</i>	1786	542
<i>Picea abies</i>	4396	508
<i>Picea pungens</i>		12
<i>Pinus cembra</i>	823	9
<i>Pinus mugo</i>	28	
<i>Pinus nigra</i>	88	
<i>Pinus sylvestris</i>	3024	272
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2	
Baumart	Saatgutmenge [kg]	
	2003/2004	2004/2005
Laubgehölze		
<i>Acer platanoides</i>	504	166
<i>A. pseudoplatanus</i>	6255	859
<i>Alnus glutinosa</i>	81	32
<i>Alnus incana</i>	20	39
<i>Betula pendula</i>	133	27
<i>Carpinus betulus</i>	920	70
<i>Castanea sativa</i>	20	
<i>Fagus sylvatica</i>	65153	5341
<i>Fraxinus excelsior</i>	3768	449
<i>Juglans nigra</i>	6840	9570
<i>Prunus avium</i>	66	3
<i>Quercus cerris</i>	21050	450
<i>Quercus petraea</i>	200158	1640
<i>Quercus robur</i>		
<i>Quercus rubra</i>	466	1217
<i>Robinia pseudoacacia</i>	507	
<i>Sorbus aucuparia</i>	28	
<i>Tilia cordata</i>	3314	245
<i>Tilia platyphyllos</i>		136
<i>Ulmus glabra</i>	132	135

Quelle: SUŠKOVÁ et al. 2004, 2005

Das Hauptverbreitungsareal dieser Baumart liegt in der Nordostslowakei und in den mittleren Lagen der Zentral- und Westslowakei, wo sich auch die meisten zugelassenen Erntebestände befinden (Tab.4).

Tab. 4: Anzahl und Fläche der zugelassenen Ernteeinheiten in Herkunftsgebieten der Buche
Number and area of approved seed collection stand in provenance regions of beech

Herkunftsgebiet	Ernteeinheiten	
	Anzahl	ha
1. Podtatranská	220	2036
2. Východoslovenská	555	10505
3. Stredoslovenská	840	11656
4. Tatranská		
5. Juhoslovenská	25	337

Insgesamt sind in dem Nationalen Register über Ausgangsmaterial für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut für die Buche 1.640 Ernteeinheiten mit 24.535 ha reduzierter Fläche erfasst (Stand: Oktober 2005).

In den Tabellen 5 und 6 sind die Anzahl der Beerntungen und die geerntete Menge von Bucheckern in dem untersuchten Zeitraum nach Herkunftsgebieten und Höhestufen dargestellt.

Tab. 5: Anzahl der Bucheckernernten nach Herkunftsgebieten und Erntejahren
Number of beechnuts harvests in provenance regions and years

Jahr	Herkunftsgebiet					Σ
	1	2	3	4	5	
1990		4				4
1991		3				3
1992	2	14	9		2	27
1993		4	1			5
1994		4	14		7	25
1995	2	16	3		1	22
1999	4		29		2	35
2000	1	34	1			36
2001	43	33	156		21	253
2002	1	2	3			6
2003	50	62	125		6	243
2004	2	4	13			19
Σ	105	180	354		39	678

In dem untersuchten Zeitraum hat die Buche in den Intervallen von 1 - 4 Jahren fruktifiziert. Seit 1988 gab es 7 gute Mastjahre, wobei sich die Ernten zuerst in der Ostslowakei (Herkunftsgebiet 2) - dem traditionellen Be-

zugsgebiet von Buchensaatgut - konzentriert haben. In den Mastjahren 2001 und 2003 wurde auch in der Mittelslowakei intensiv geerntet, um für die Herkunftsgebiete 1 und 3 einen entsprechenden Saatgutvorrat zu bilden.

Etwa ein Drittel der Ernten von Bucheckern wird wiederholt in den Beständen, wo schon vorher gesammelt wurde, durchgeführt. Die Anzahl der Ernteeinheiten ist viel höher als die Anzahl der Beerntungen in den Mastjahren (Abb. 2).

Tab. 6: Anzahl der Bucheckernernten nach Höhenstufen und Erntejahren
Number of beechnuts harvests in altitudinal zones and years

Jahr	Höhestufe bis [m ü. NN]						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1990			3	1			
1991			3				
1992		11	7	8	1		
1993		1	2	2			
1994		6	11	5	3		
1995		7	9	4	2		
1999		2	11	15	5	2	
2000		15	12	9			
2001		37	93	85	30	7	1
2002		3	1	2			
2003	1	33	93	64	35	17	
2004		3	9	7			
Σ	1	118	254	202	76	26	1

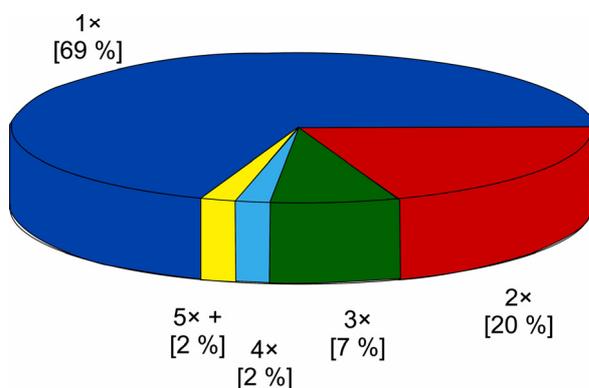


Abb. 2: Wiederholung der Bucheckernernten in denselben Beständen

Fig. 2: Repeated collections of the beech nuts in the same stands

Fichte

Für die Fichte gibt es in der Slowakei sieben Herkunftsgebiete (Abb. 3).



Abb. 3: Herkunftsgebiete *Picea abies* in der Slowakei

Fig. 3: Regions of provenance *Picea abies* in Slovakia

Fichte ist die Hauptbaumart der mittleren und höheren Gebirgslagen der zentralen Slowakei. Insgesamt sind in dem Nationalen Register über Ausgangsmaterial für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut für die Fichte 1.348 ausgewählte Ernteeinheiten auf 19.451 ha reduzierter Fläche erfasst. Ihre Verteilung nach Herkunftsgebieten ist in Tabelle 7 dargestellt (Stand: Oktober 2005).

Tab. 7: Anzahl und Fläche der zugelassenen Ernteeinheiten in Herkunftsgebieten der Fichte
Number and area of approved seed collection stands in provenance regions for spruce

Herkunftsgebiet	Ernteeinheiten	
	Anzahl	ha
1. Tatranská	19	952
2. Fatransko-podtatranská	519	9099
3. Rudohorská	261	2700
4. Šarišsko-spišská	100	759
5. Kysucko-oravská	240	4146
6. Západoslovenská	185	1649
7. Juhovýchodoslovenská	24	145

In den Tabellen 8 und 9 ist die Anzahl der Beerntungen in dem untersuchten Zeitraum nach Herkunftsgebieten und Höhenstufen dargestellt.

Tab. 8: Anzahl der Fichtenzapfenernten nach Herkunftsgebieten und Erntejahren
Number of spruce cones harvests in provenance regions and years

Jahr	Herkunftsgebiet						Σ
	1	2	3	4	5	6	
1987		1					1
1988	2	106	75	18	31	28	260
1989	1	54	42	11	38	21	167
1990		1	1				2
1992	1	7	1	1		1	11
1993		4	2		2	3	11
1994			1			1	2
1995		10	3			2	15
1996		16	6	7	2		31
1997		3	2				5
1998		9	7		3	3	22
1999		21	4		7	2	34
2000		30	18	1	12	3	64
2001		10	3	1	4	1	19
2002	1	8	4		2	1	16
2003		72	23	6	11	6	118
2004		7	13	17	4	6	47
2005		8	2	10	2	3	25
Σ	5	367	207	72	118	81	850

Tab. 9: Anzahl der Fichtenzapfenernten nach Höhestufen und Erntejahren
Number of spruce cones harvests in altitudinal zones and years

Jahr	Höhenstufe bis [m ü. NN]						
	400	600	800	1000	1200	1400	1600
1988	3	34	80	80	53	9	1
1989		32	76	39	17	3	
1990		2					
1992	1	1		5	4		
1993		4	1	3	2	1	
1994		1		1			
1995		1	1	2	6	5	
1996		1	7	15	6	2	
1997		1	2	2			
1998	1		7	9	5		
1999		11	12	6	5		
2000	2	3	17	28	9	4	1
2001		1	5	11	2		
2002		8	2	3	1	2	
2003		9	31	54	19	5	
2004		10	20	14	3		
2005		5	10	6	2	2	
Σ	7	124	271	279	134	33	2

Die zentrale staatliche Darre hat in den Mastjahren 1988 und 1989 sehr große Fichtensaatgutvorräte aus allen Herkunftsgebieten und Höhenstufen gebildet. In darauffolgenden Jahren wurde die Fichte nur im geringen Umfang beerntet. Die Ernteintensität stieg in den letzten Jahren (2000, 2003) wieder an. Bei der Fichte werden bis 50% der Ernten wiederholt in den schon vorher (auch mehrmals) beernteten Beständen durchgeführt (Abb.4).

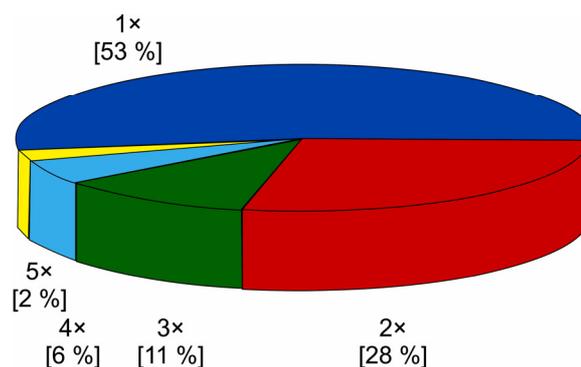


Abb. 4: Wiederholung der Fichtenzapfenernten in derselben Beständen

Fig. 4: Repeated collections of the spruce cones in the same stands

Bei beiden Baumarten bemühen sich die Waldverwalter und Bewirtschafter der Baumschulen aus dem staatlichen und privaten Sektor durch Zulassung der Ernteeinheiten eine entsprechende Basis für die Eigenversorgung oder den Verkauf von Forstsaatgut zu bilden. Damit hängt auch die „Verlagerung“ der Ernten in früher weniger beerntete Gebiete und Höhenstufen zusammen. Die Gebiete und Höhenstufen mit der Hauptverbreitung einer Baumart werden aber immer am intensivsten für die Saatgutgewinnung genutzt, weil dort meistens die besten Erntemöglichkeiten vorhanden sind und der größte Bedarf an Saat- und Pflanzgut besteht. Für die Buche sind das die Höhenstufen 2-4 (200-800 m ü. NN) und für die Fichte die Höhenstufen 3-6 (400-1200 m ü. NN).

Nach dem Gesetz 217/2004 über forstliches Vermehrungsgut soll die Ernte in den zugelassenen Beständen der Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Buche und Eiche an mindestens

20 Bäumen durchgeführt werden. Diese Maßgabe soll zur Erhaltung der genetischen Vielfalt beitragen. Falls die Ernte von 20 stehenden Fichten bei den heutigen Preisen für Steigen und Beerntung für die Pflücker überhaupt interessant werden soll, müssen von einem Baum im Durchschnitt mindestens 10 kg Zapfen geerntet werden. Die minimale Partiegröße sollte dann etwa 200 - 300 kg Zapfen betragen (daraus können etwa 6-9 kg Saatgut gewonnen werden). Die durchschnittliche Partiegröße der Fichten-ernten im Zeitraum 2001-2004 betrug 304 kg, es gab darunter aber auch mehrere kleine Partien, die weniger als 100 kg wogen.

Schlussfolgerungen

In Hinblick auf die Erhaltung genetischer Vielfalt der Waldbäume sind zur Zeit in der Forstsaatgutproduktion positive aber auch negative Trends zu erkennen.

Bei den Hauptbaumarten besteht eine umfangreiche Ausgangsbasis an ausgewählten Beständen für die Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut. Dazu trägt auch die Tatsache bei, dass der Zulassungsvorgang für den Eigentümer kostenlos ist. Der erreichte Umfang der Zulassung der Hauptbaumarten (etwa 5 bis 10 % der Fläche aller Bestände für eine Baumart) und eine gute räumliche Verteilung der ausgewählten Bestände könnte die notwendige Erhaltung der genetischen Vielfalt mit einem erwünschten Grad der Selektion verbinden. Für die anderen Baumarten ist es notwendig, das vorhandene Ausgangsmaterial für die Saatgutgewinnung noch zu erweitern.

Die neuen Waldbesitzformen und der private Baumschulsektor tragen zu einer Erhöhung der Ernteintensität bei.

Allerdings wurde mindestens die Hälfte aller ausgewählten Bestände noch nie für eine Ernte genutzt.

Die kleinsten Zapfen- oder Saatgutpartien aus Ernten an stehenden Bäumen entsprechen wahrscheinlich auch nicht den gegenwärtigen Anforderungen an die Mindestzahl

der beernteten Bäume. Die Saatguternten erfordern darüber hinaus eine intensive Kontrolle.

Aussichten

Die Einhaltung der Mindestzahl der beernteten Bäume wird zur Erhaltung der genetischen Vielfalt beitragen, die Kosteneffektivität wird aber bei den Ernten von stehenden Bäumen größere Zapfen- oder Saatgutpartien erfordern. Bei einem sinkenden Bedarf von Saatgut (besonders bei Nadelgehölzen) kann dadurch die Häufigkeit der Ernten beeinträchtigt werden.

Die Anzahl der zugelassenen Ernteeinheiten braucht nicht mehr deutlich zu steigen (mit der Ausnahme von neuen Baumarten). Es ist aber notwendig, durch gezielte Bewirtschaftung (Auslese, Freistellen von Kronen, Entastung, Beseitigung von Unterwuchs, etc.), die Qualität der Erntebestände zu erhöhen und die Ernte zu erleichtern.

In der Übergangphase zu der neuen Konzeption der Saat- und Pflanzgutproduktion bei den slowakischen Staatforsten kann es zu Engpässen in der Versorgung und zum Anstieg der Preise kommen. Das könnte die Tendenz zur Eigenversorgung in den nicht-staatlichen Wäldern noch verstärken und im Endeffekt die genetische Vielfalt des produzierten Vermehrungsgutes durch die Intensivierung der Ernten erhöhen.

Das Nationale Forstliche Zentrum Zvolen, Kontrollstelle für forstliches Vermehrungsgut Liptovský Hrádok, muss für eine effektive Erfassung und Kontrolle der Produktion von forstlichem Vermehrungsgut sorgen und soll bei der Bewirtschaftung von Erntebeständen und der Durchführung der Ernten eine Koordinierungs- und Beratungsfunktion ausüben.

Literatur

SUŠKOVÁ, M., BEDNÁROVÁ, D., DEBNÁROVÁ, G., FOFFOVÁ, E., SOJÁK, D., BAJCAR, V., BRADOVKOVÁ, V., PACALAJ, M. (2004): Semenárska kontrola. Závěrečná správa (Jahresbericht der Kontrollstelle für forstliches Vermehrungsgut), Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 46 Seiten.

SUŠKOVÁ, M., BEDNÁROVÁ, D., DEBNÁROVÁ, G., FOFFOVÁ, E., BRADOVKOVÁ, V., BAJCAR, V., PACALAJ, M., BOBRÍK, I. (2005): Semenárska kontrola. Závěrečná správa (Jahresbericht der Kontrollstelle für forstliches Vermehrungsgut), Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 95 Seiten.

Anschrift der Autoren:

Elena Foffová und Dagmar Bednárová
National Forest Centre Zvolen, Centre for
Control of Forest Reproductive Material,
Dr. Gašperíka 598, 033 01 Liptovský
Hrádok, Slovak Republic

Vladimír Foff
Forestry Information Agency, ČSA 396,
033 01 Liptovský Hrádok, Slovak Republic

Herkunftskontrolle an forstlichem Vermehrungsgut mittels stabiler Isotope: Konzeption eines BMBF-Verbundprojektes

Karl Gebhardt

Zusammenfassung

Um Fehler durch die Nutzung qualitativ schlechter, wenig adaptierter Herkünfte bei der Aufforstung zu vermeiden, benötigt der Verbraucher verlässliche Informationen über die Abstammung und Qualität forstlichen Vermehrungsgutes. Entsprechend der Richtlinie des Rates 1999/105/EEC über die Vermarktung von forstlichem Vermehrungsgut der Europäischen Kommission und entsprechend der deutschen Gesetzgebung muss eine behördliche Genehmigung für das Inverkehrbringen von forstlichem Vermehrungsgut erworben werden. Zertifikate und Etiketten müssen die Authentizität des in den Handel gebrachten Vermehrungsgutes belegen. Die gesamte Produktionskette von der Saatguternte bis zum Vertrieb verkaufsfähiger Pflanzen muss kontrolliert werden. Das vorgestellte Konzept eines Verbundprojektes beschreibt den Einsatz und die Verifikation der Analytik stabiler Isotope als Hilfsmittel der amtlichen und privatrechtlich organisierten Herkunftskontrolle.

Schlagwörter: Stabilisotope, Herkunftskontrolle, Forstvermehrungsgutgesetz

Control of forest reproductive material by analysis of stable isotopes: the concept of a joint project sponsored by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Abstract

In order to avoid failures in afforestation because of the use of not well adapted or low quality provenances the consumer needs reliable information on the origin and quality of forest reproductive material. According to the Council Directive 1999/105/EEC on the marketing of forest reproductive material and the national German legislation an official authorisation for release and marketing must be granted. Certificates and labels must describe the genuine character of the released material. The chain of production from seed harvest to the marketable plant must be controlled. The presented concept of a joint project describes the employment and verification of the analysis of stable isotopes as an aid of the official and private organized control of forest reproductive material.

Key words: stable isotopes, control of forest reproductive material, legislation

Problemstellung

In Deutschland gelten seit 1.1.2003 die Bestimmungen des neu gefassten Forstvermehrungsgutgesetzes nebst Verordnungen. Diese Regelungen berücksichtigen bei insgesamt 26 Baumarten, bei Hybridlärche sowie bei der Gattung *Populus* die Herkunft des Vermehrungsgutes. So darf Saatgut nur aus amtlich zugelassenem Ausgangsmaterial, i.d.R. Erntebeständen, gewonnen werden, s. Abb. 1. Erhebliche Erschwernisse der Herkunftskontrolle ergeben sich durch verdeckte Erntepraktiken, Etikettenschwindel, einen zunehmenden Saatgut- und Pflanzenhandel über Landesgrenzen hinweg (EU-Erweiterung) sowie hohen Zeit- und Kostenaufwand der amtlichen Kontrolle bei immer weniger Personal in den Behörden.

Nachlassende oder ungenügende Kontrolle begünstigt die Verwendung nichtangepasster, schlechter Herkünfte, z.B. „Graue Douglasie (Abb. 2) und führt zu Schäden der Waldentwicklung, Gewinneinbußen der Forstbetriebe, hohen Folgekosten für Ersatzaufforstungen und Vermeidung oder Be-

seitigung von Umweltschäden. Für gesetzes-treue Erzeuger von forstlichem Vermehrungsgut ergeben sich bei mangelnder Herkunftskontrolle Wettbewerbsnachteile.

Die amtliche Herkunftskontrolle beschränkt sich bisher überwiegend auf die Erntekontrolle vor Ort, die Saatgutprüfung und die Kontrolle von Pflanzenbeständen in Baumschulen. In Einzelfällen wurden genetische Analysen mit Techniken der Isoenzym- und DNA-Analytik veranlasst. Genetische Analysen beschreiben die genetischen Strukturen von Populationen, deren Grenzen jedoch nicht mit den Grenzen der ausgewiesenen Herkunftsgebiete übereinstimmen. Genetische Parameter unterliegen zudem Veränderungen in Raum und Zeit (KONNERT & BEHM, 1999).

Im Rahmen des Förderschwerpunktes „Nachhaltige Waldwirtschaft“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wird mit dem oben genannten Verbundvorhaben (Laufzeit 1.7.05 bis 31.3.08, FKZ 0330587) ein neuer Lösungsansatz verfolgt.



Abb. 1: Saatguternte in einem hessischen Buchenbestand

Fig. 1: Seed harvest in a hessian beech stand



Abb. 2: Habitus „grauer“ Inlands- und „grüner“ Küstenherkünfte der nordamerikanischen Douglasie (siehe RAU 2002).

Fig. 2: Habit of the grey (interior) and the green (coastal) type of provenances of Douglas-fir from North America (see RAU 2002).

Lösungsansatz

Die Rückstellung von repräsentativen Saat- und Pflanzgutproben aus kontrollierter Ernte und Anzucht, wie sie von der privaten Herkunftskontrolle (Zertifizierungsring für überprüfbare Herkunft e.V., ZüF) organisiert ist, verbessert die Überprüfbarkeit. Neben genetischen Parametern können die Gehalte stabiler Isotope zur Überprüfung der Authentizität von Proben herangezogen werden.

Nachweis stabiler Isotope

Stabile Isotope sind chemische Elemente mit unterschiedlicher Masse bzw. Neutronenzahl. Die in der Lebensmittelanalytik am häufigsten genutzten stabilen Isotope sind in Tab. 1 aufgeführt. Ihr Vorkommen in unterschiedlichen Mengenverhältnissen und ihre Fraktionierung in der Umwelt qualifizieren sie als Kenngrößen (FÖRSTEL 2003). So regnet schweres Wasser $H_2^{18}O$, wenn es über dem Ozean Wolken bildet, früher ab als normales Wasser. Küstenregionen haben deshalb einen höheren Anteil an schwerem Wasser als Kontinentalregionen (www.agroislab.de).

Der Gehalt stabiler Isotope kann in beliebigem Pflanzenmaterial mit Hilfe der Massenspektrometrie ermittelt werden.

Tab. 1: Stabile Isotope

Tab. 1: Stable isotopes

Bezeichnung	Masse	Häufigkeit (%)
Wasserstoff	1	99,985
H-2	2	0,015
Kohlenstoff	12	98,89
C-13	13	1,11
Stickstoff	14	99,64
N-15	15	0,36
Sauerstoff	16	99,76
O-17	17	0,036
O-18	18	0,205

Entscheidende Vorteile der Methodik ergeben sich zudem durch:

- ◆ die Verfälschungssicherheit der Werte
- ◆ die unmittelbare Verknüpfung der Gehalte mit dem Ernteort
- ◆ die weltweite Vergleichbarkeit der Daten

Zudem kann auf die vorhandenen Erfahrungswerte aus der Lebensmittelanalytik zurückgegriffen werden (FÖRSTEL 2002).

Darüber hinaus verbessert die vom Zertifizierungsring (ZüF) organisierte Rückstellung von repräsentativen Saat- und Pflanzgutproben aus kontrollierter Ernte und Anzucht die Überprüfbarkeit.

Versuchsfragen

- welchen Einfluss haben Erntejahre und Nacherntebehandlungen ?
- sind Samen-, Knospen- u. Holzproben vergleichbar ?
- wie eng ist der Standortsbezug der Analysenwerte ?
- wie groß ist der Stichprobenfehler bei der Gewinnung der Proben ?
- lässt sich eine Datenbank der Delta-Werte für einzelne Erntebestände erstellen ?
- gibt es eine Übereinstimmung/Synergie genetischer Analysen mit der Analytik stabiler Isotope ?
- wie kann die amtliche und die private Herkunftskontrolle von den Möglichkeiten der Analytik stabiler Isotope profitieren ?

Projektziel

Die Methodik gilt als geeignet, wenn der Stichprobenfehler so niedrig gehalten werden kann, dass sich Herkunftsunterschiede signifikant darstellen. Nach einer Ergebnissynthese können effiziente Handlungsanweisungen erarbeitet werden, die die Vorteile der bekannten Methodiken nutzen und die Kosten minimieren.

Projektpartner

An dem Verbundvorhaben beteiligen sich:

- Agroisolab GmbH, Technologiezentrum Jülich (Agroisolab)
- Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf (ASP)
- Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldgenressourcen, Escherode (NFV-C)
- Hessen-Forst, Servicestelle Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen, Hann. Münden (Hessen-Forst, FIV).

Die Projektpartner beschließen ein arbeitsteiliges Vorgehen, siehe Abb. 3. Ihre Aktivitäten werden von den Mitgliedern der Bund-Länderarbeitsgruppe (BLAG) „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ unterstützt.

Wirtschaftsbezug und Ergebnisverwertung

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes gab es im Jahr 2000 in Deutschland 440 gemeldete Forstbaumschulbetriebe mit Beständen von 422 Mio. Nadelholz- sowie 349 Mio. Laubholzpflanzen. Die Erweiterung auf fünf statt vormals zwei Kategorien von forstlichem Vermehrungsgut wird zusätzlich den Kontrollaufwand erhöhen, da z.B. unter der Kategorie „Quellengesichert“ auch eine Verwendung für nichtforstliche Zwecke möglich ist (HEWICKER 2003). Wenn es gelingt, Verstöße gegen das Forstvermehrungsgutgesetz mit Hilfe der Analytik stabiler Isotope nachzuweisen, ist dies auch ein Beitrag zur Herstellung von Rechts- und Planungssicherheit bei allen Beteiligten, siehe auch Tab. 2.

Herkunftsgerechtes Saat- und Pflanzgut dient nicht nur dem Schutz der biologischen Vielfalt, es stellt eine grundsätzliche Verbesserung der auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Waldwirtschaft dar. Die Verwendung nicht herkunftsgerechter Pflanzen kann auch erhebliche Sanktionen gegen den Waldbesitzer nach sich ziehen.

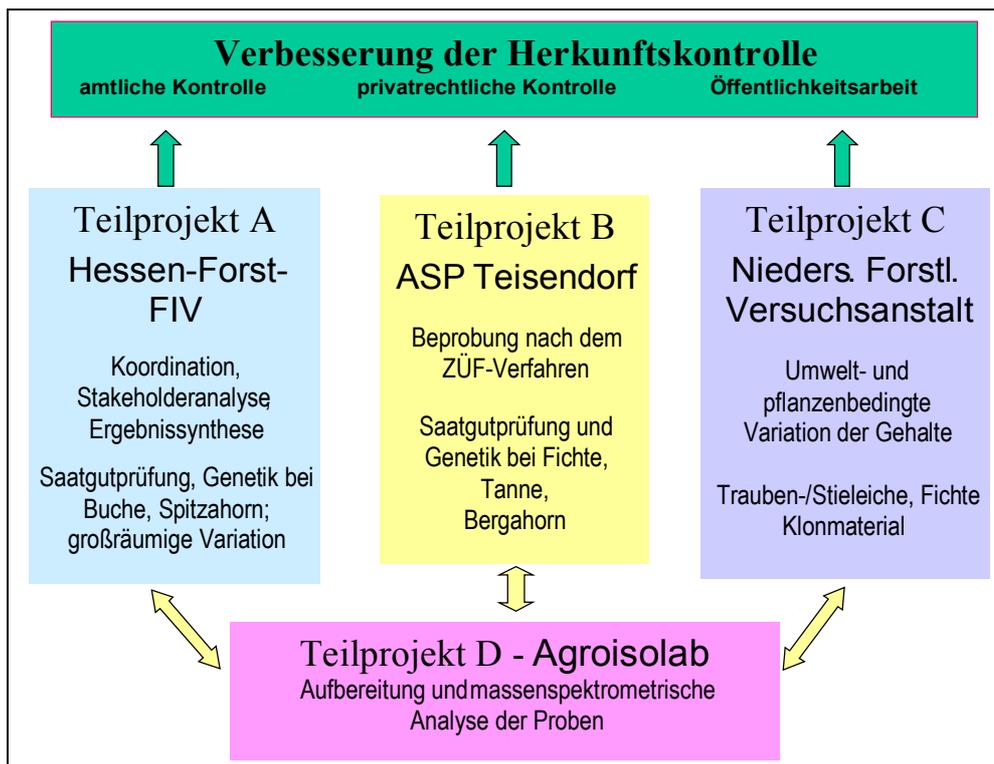


Abb. 3: Zusammenarbeit der Partner im Verbundprojekt
 Fig. 3: Collaboration between partners of the joint project

Tab. 2: Liste der Zielgruppen (offen)
 List of stakeholders (open)

- Vertreter des BMVEL
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- Landesforstverwaltungen
- Obere und untere Forstbehörden
- Erzeugerring „Süddeutschland“ e.V./ZüF
- Deutsche Kontrollvereinigung für forstl. Vermehrungsgut e.V.
- Darrleiter und Forstsaatgutberatungsstellen
- Bund Deutscher Baumschulen und Forstbaumschulbranche
- Amtliche Saatgutprüfanstalten

Danksagung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des BMBF unter dem FKZ 0330587A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Autor.

Literatur

- FÖRSTEL, H. (2002): Mit isotopen Fingerabdruck den Lebensmitteln auf der Spur. *BioWorld Heft 1*, 26-27
- FÖRSTEL, H. (2003): Kontrolle der Herkunft mittels Stabilisotopen. *BfN-Skripten 96*:82-91
- HEWICKER, H.-A. (2003) Erfüllung des Kontrollauftrages für die „neuen Baumarten“. In: Tagungsbericht 25. Int. Tagung der AG Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung 23.-25.10.2002, Teisendorf, S. 21-27
- KONNERT, M.; BEHM, A. (1999): Genetische Strukturen einer Saatgutpartie – Einflussfaktoren und -möglichkeiten. *Beitr. Forstw. u. Landschaftsökol.* 4:152-157
- RAU, H.-M. (2002): Merkmale problematischer Douglasien-Herkünfte. *AFZ / Der Wald* 57: 1276 - 1277

Anschrift des Autors:

Dr. Karl Gebhardt
 Nordwestdeutsche Forstl. Versuchsanstalt
 Prof.-Oelkers-Str. 6, 34346 Hann. Münden

Mikrovermehrung und Klonprüfung bei Berg-/Riegelahorn

Karl Gebhardt und Jürgen Bohnens

Zusammenfassung

Bergahorn erzielt auf Versteigerungen immer dann höchste Preise, wenn furnierfähige, astfreie Stämme mit Riegeltextur angeboten werden.

Die Vermehrung von vier adulten Klonen, deren Auslese nach Riegelung, Masse und Form in den 60er Jahren erfolgte, gelang erstmalig mit In-vitro-Techniken bei der Kleinwanzlebener Saatzucht AG (KWS) in Einbeck. Wachstumsreaktionen und –phasen neu etablierter Sprossspitzenkulturen werden beschrieben.

Im Frühjahr 1993 wurde eine Feldprüfung mit diesen vier Klonen an zwei Standorten in Hessen mit zweijährigen verschulten Pflanzen aus In-vitro-Vermehrung angelegt. Als Kontrolle dienten zwei Sämlingsherkünfte. Im Alter 10 zeigten sich auf den beiden Flächen außer für die Merkmale BHD und Form gesicherte Unterschiede für das Längenwachstum (Höhe), den Zuwachs und das Anwuchsprozent. Insektenbefall auf einer Testfläche führte zu einer deutlichen Leistungsminderung zweier Klone.

Schlagwörter: Riegelahorn, Mikrovermehrung, Klonprüfung

Micropropagation and clonal tests of wavy grain sycamore maple

Abstract

Sycamore maple generates highest proceeds on auctions whenever venerable, branch-free trunks with wavy grain wood structures are offered.

The propagation of four adult clones which were selected according to wavy grain wood structure, mass growth and stem form in the early sixties, was reported to be successful by means of tissue culture at Kleinwanzlebener Saatzucht AG (KWS) in Einbeck. Growth reactions and growth pattern of newly established shoot tip cultures are described.

In spring 1993 a clonal test was established at two test sites in Hesse with two year old micropropagated plantlets of these four clones which were grown for one year in the nursery. Seedlings of two provenances served as a control. At age 10 significant differences were noticed on both test sites for length growth (height), growth rate and survival of plants but not for diameter growth (BHD) and stem form. Insect damages at one test site reduced the performance of two clones noticeably.

Key words: wavy grain sycamore, micropropagation, clonal test

Einleitung

Bergahorn erzielt auf Versteigerungen immer dann höchste Preise, wenn furnierfähige, astfreie Stämme mit Riegeltextur angeboten werden. Riegeltextur ist eine quergestreifte Unregelmäßigkeit (Abb. 1) des Faserverlaufes, die durch Wimmerwuchs hervorgerufen wird. Bei Bergahorn handelt es sich meist um eine Querwimmerung, auch echte Wimmerung genannt, deren feinwelliger Jahrringverlauf auch auf dem Kambialmantel stärkerer Bäume sichtbar wird. Meist wird der ganze Stamm von der Riegelung umfasst, die oft bis in die Starkäste reicht. Bei breiten Jahrringen deutlicher ausgeprägt, verliert sie sich, je enger die Jahrringe sind. Vegetative Vermehrung ermöglicht eine Nachzucht geriegelter Individuen.



Abb. 1: Riegelung an Bergahorn-Brettern, die für den Musikinstrumentenbau genutzt werden.

Fig. 1: Wavy grain sycamore boards used for the production of music instruments.

Material und Methoden

Mit Beginn der 60er Jahre wurden 21 Plusbäume des Bergahorns nach Form, Massenleistung und Riegelung ausgewählt und zum Aufbau einer Samenplantage im FA Reinhardshagen abgepfropft.

Im Jahr 1990 wurden in Zusammenarbeit

mit der Kleinwanzlebener Saatzucht AG in Einbeck (KWS) Reiser von Klonen der fruktifizierenden Samenplantage entnommen. Von den in Tab. 1 beschriebenen Klonen konnten Sprossspitzenkulturen erfolgreich etabliert und bewurzelte Pflanzen erzeugt werden (GEBHARDT et al. 1988). Neu etablierte Sprosskulturen wurden im Kunstlichtraum bei 26°C, 16 h Photoperiode, weißem Neonlicht (ca. 1.000 Lux) in Weckgläsern auf Kühlregalen kultiviert, deren Temperatur bei Licht auf 22°C abgesenkt war.

Tab. 1: Herkunft und Auswahlprinzip mikrovermehrter Bergahorn-Klone
Origin and selection criteria of micropropagated clones of sycamore maple.

<i>Herkunft</i>	<i>Klonbezeichnung</i>	<i>Auswahlprinzip</i>
FA Bovenden	BOV 1	Riegelung, Masse
FA Göttingen	GÖ 10	Riegelung
FA Bad Sooden-Allendorf	ME 10	Riegelung, Form
	SAL 3	Form, Masse

Nach Vorversuchen wurde im Frühjahr 1993 eine Versuchsserie auf 2 Standorten in Hessen mit zweijährigen, verschulten Pflanzen (0+1+1) dieser Klone aus In-vitro-Vermehrung begonnen. Als Kontrolle dienten Sämlinge (1+1) der Herkünfte 801 02, FA Reichenachsen (RES) und 801 03, FA Schlüchtern (SLÜ), die aber erst 1994 gepflanzt werden konnten. Auf jeder Fläche wurden die sechs Prüfglieder in dreifacher Wiederholung im Verband 2 x 2 m bzw. 3 x 3 m mit dem Spaten ausgebracht. Die Prüfbedingungen sind in Tab. 2 dargestellt.

Die Ausfälle und Wachstumsparameter (BHD, Höhe, Form) wurden nach vier und acht Vegetationsperioden erfasst. Nach vier Vegetationsperioden erhielten einzelne Pflanzen, die Stockausschläge gebildet hatten, einen Formschnitt.

Tab. 2: Prüfbedingungen für mikrovermehrte Klone und Sämlinge (Kontrolle) der Bergahorn-Versuchsflächen.

Test conditions of micropropagated clones and seedlings (control) on maple test sites

Versuchsfläche	FA Romrod, Abt. 2465	FA Neukirchen, Abt. 1646
Wuchsgebiet	Vogelsberg	Nordosthessisches Bergland
Wuchsbezirk	Hochfläche, nördlicher Vogelsberg	Knüllgebirge
Höhe ü. NN	315-320 m	480-490 m
Ausgangsmaterial der Bodenbildung	Löß über Basalt	Basalt
Bodenart	lehmiger Schluff über tonigem Lehm	schluffiger Lehm
Standortstyp	eutroph	eutroph
Geländeform	mäßig nach Südost geneigter Unterhang	mäßig nach West geneigter Mittelhang
Niederschläge	880 mm/Jahr, 385 mm Mai - September	804 mm/Jahr, 376 mm Mai - September
Temperatur	8,6°C im Jahr, 15°C von Mai - September	7,0°C im Jahr, 13,5°C von Mai - September
Verband	2 x 2 m	3 x 3 m
Wiederholungen/Blöcke	3	3
N= Parzellen x Individuen	N=18 x 4 = 72	N=18 x 4 = 72

Ergebnisse

Mikrovermehrung

Die Etablierung von sterilen Sprossspitzenkulturen gelang auch im Herbst 2004 mit Winterknospen von drei Riegelahorn-Bäumen, die bei Versteigerungen in Hessen bekannt wurden. Zur Sterilisation und In-Kulturnahme der Sprossspitzen bewährte sich das von GEBHARDT & FRIEDRICH (1987) beschriebene Verfahren unter Verwendung des für die Vermehrung optimierten Mediums ohne Auxinzusatz (s.u.). Unter dem Einfluss von Cytokinin

(Benzyladenin, Kinetin, Thidiazuron) in Konzentrationen von 0,05 bis 0,2 ppm sowie Zusätzen von Auxin (Indolylbuttersäure) 0,005 – 0,01 ppm wurden unterschiedliche Wuchsreaktionen, siehe Abb. 2 A-F, beobachtet. Letztlich bewährte sich für die Vermehrung von Achselsprossen ein Medium mit Makro- und Mikroelementen nach MURASHIGE & SKOOG (1962), dem 0,1 ppm Thidiazuron und 0,01 ppm Indolylbuttersäure zugesetzt wurden. Das Medium enthielt 20g/l Saccharose und wurde mit 0,28 % Gelrite verfestigt. Der pH-Wert wurde vor dem Autoklavieren auf 5,7 eingestellt.

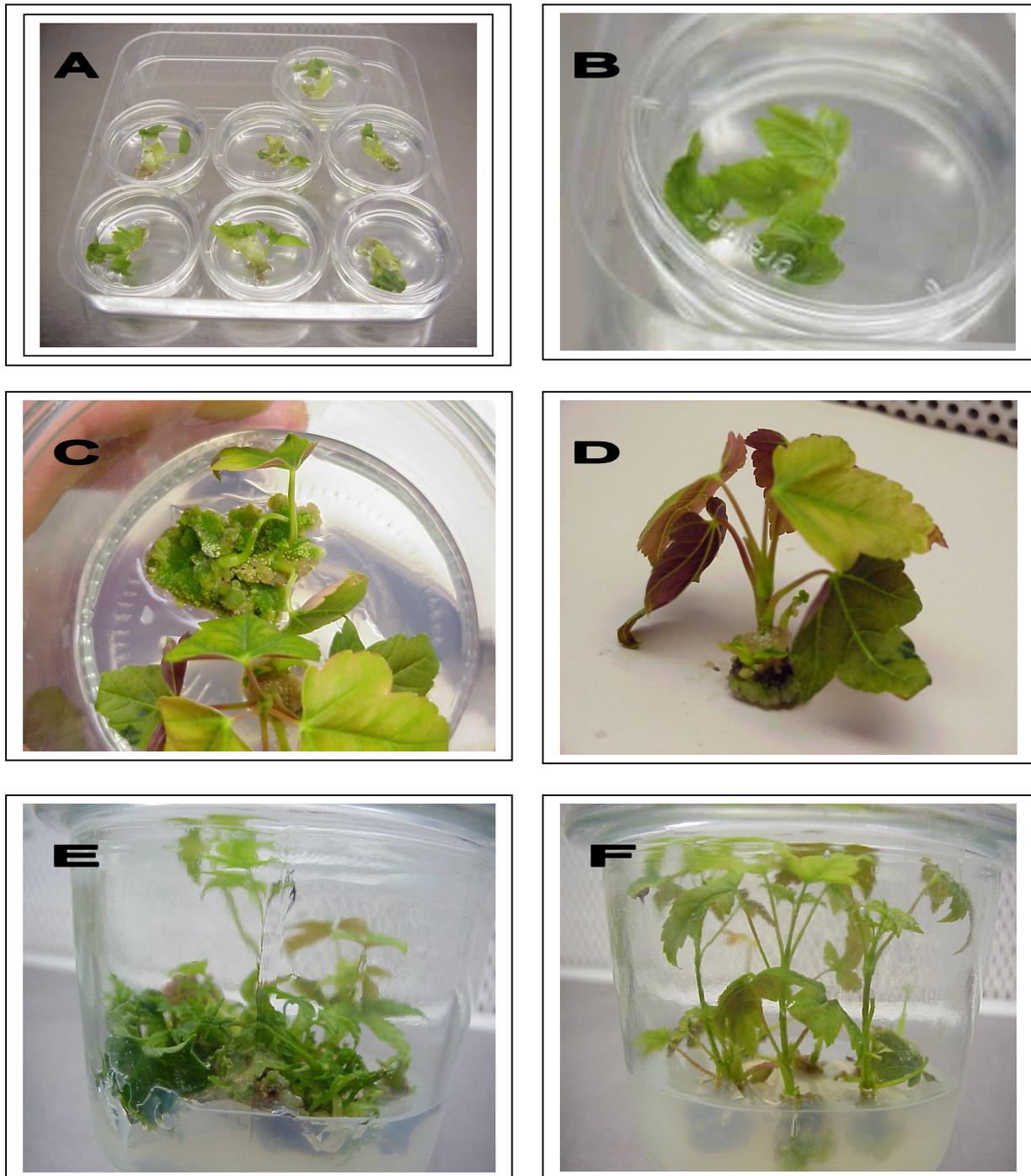


Abb. 2: Wachstumsphasen und -reaktionen *in vitro*. A, B: Etablierung; C: Kallusbildung; D: Adventivsprossbildung; E: Achselsprossbildung; F: Sprosstreckung.

Fig. 2: Growth phases and reactions *in vitro*. A, B: Establishment; C: callus formation; D: Adventitious shoot regeneration; E: Regeneration of axillary shoots; F: Shoot elongation.

Klonprüfung

Die Ausfälle und Wachstumsparameter (Höhe, BHD, Form) der sechs Prüfglieder wurden vier und acht Vegetationsperioden nach Anlage der Versuchsfelder erfasst. Wegen des einjährigen Wachstumsvorsprungs der Klone wurden Wuchshöhen und BHD der Sämlinge ein Jahr später gemessen. Die Ergebnisse sind den Abbildungen 3A-C zu entnehmen.

Die beste Höhen- (8,3 m) und Dickenwuchsleistung (8,8 cm BHD) wurde im Alter 10 vom Klon GÖ 10 auf der Fläche im FA Romrod erreicht. Die dargestellten Unterschiede der Klonmittel und Mittelwerte der Sämlinge RES und SLÜ waren im Alter 10 nicht signifikant.

Der Leistungsabfall der Klone Bov 1 und ME 10 auf der Fläche Neukirchen wurde vor allem durch den Ausfall zahlreicher Gipfelknospen durch Insektenbefall verursacht, der zur Kronenverbuschung führte. Der Klon SAL 3 erreichte zwar auf der Fläche Neukirchen den höchsten Durchmesser, fiel jedoch in der Form deutlich hinter alle anderen Prüfglieder zurück.

Wie in Tab. 2 gezeigt, bestanden außer für die Merkmale BHD und Form gesicherte Unterschiede der Flächenmittel für Höhenwuchs, Zuwachs und Anwuchsprozent.

Auch auf Demonstrationsflächen (Abb. 4) sind auffällige Klonunterschiede zu beobachten.

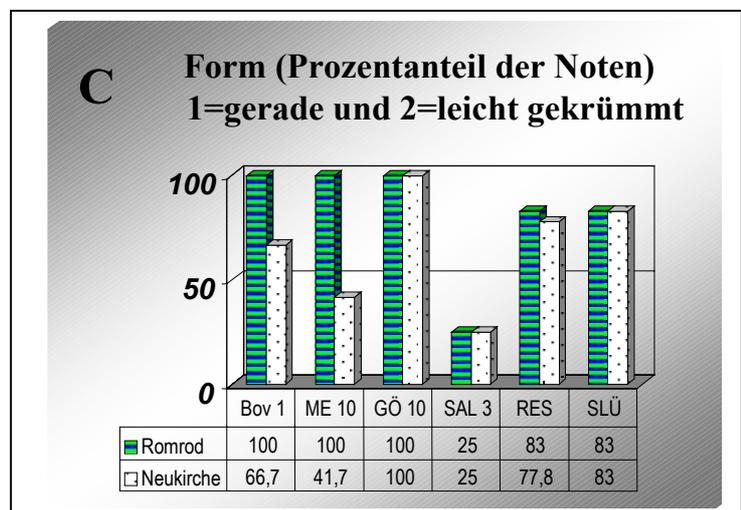
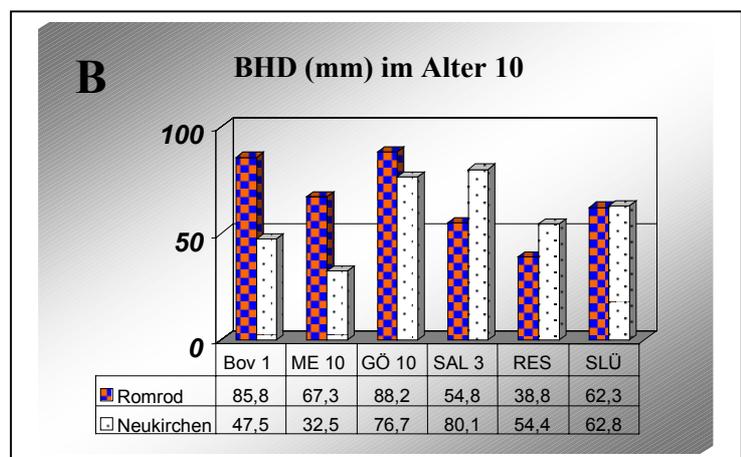
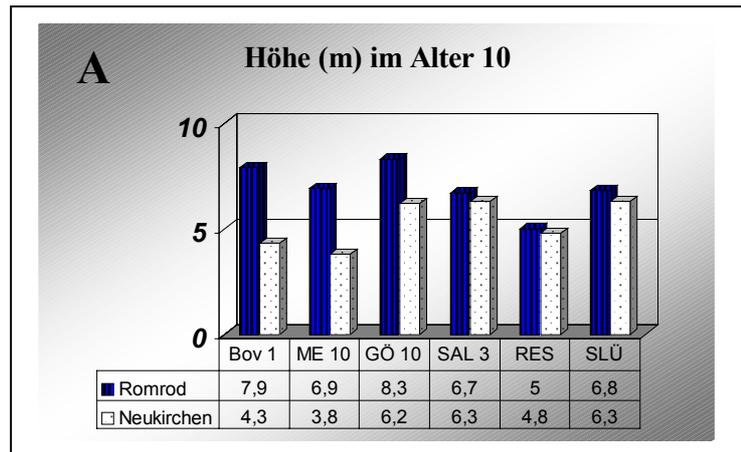


Abb. 3: Wuchsleistungen der Klone und Kontrollen (Sämlinge) auf den Flächen Romrod und Neukirchen. A: Höhenwachstum, B: Dickenwachstum, C: Form

Fig. 3: Growth of clones and seedling control plants. A: Height growth, B: Diameter growth, C: Form

Tab. 2: Differenzen der Flächenmittel nach Varianzanalyse (GLM, Manova) und REQWQ-Test. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant auf dem 5 %-Niveau.
Differences of means per test site as calculated by variance analysis (GLM, Manova) and the REQWQ-test. Means with the same letter do not differ significantly at the 5 %-level.

Merkmal/Flächen	Romrod	Neukirchen
Höhe (m) Alter 10	6,9 a	4,9 b
Zuwachs in 8 Jahren (m)	5,2 a	3,4 b
BHD (cm) Alter 10	6,6 a	5,5 a
Anwuchs (%)	98,6 a	68,1 b
Anteil der Form 1+2 (%)	81,9 a	64,4 a



Abb. 4: Demonstration mikrovermehrter Bergahorn-Klone (Alter 13) im FA Reinhardshagen (Hessen).
Demonstration of micropropagated sycamore clones (age 13) at the forest district Reinhardshagen (Hesse).

Riegelung

Ein Stamm-Längsschnitt an einem Aufwuchs (BHD: 25 cm) des gepfropften Klons GÖ 10 (Standort: Samenplantage Reinhardshagen)

zeigte, dass das Merkmal Riegelung bei vegetativer Vermehrung erhalten bleibt.

Diskussion

Unregelmäßigkeiten der Maserung sind keinesfalls gattungs- oder artspezifisch. Sie werden nicht nur bei allen Ahorn-Arten beobachtet, sondern bei zahlreichen weiteren Baumarten (u.a. Birke, Esche, Eiche, Elsbeere, Ulme, Kirsche).

Untersuchungen zur Erbllichkeit der unregelmäßigen Maserungen wurden, soweit bekannt, bisher nur bei Braunmaser-Birken an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg angestellt. Wie SCHNECK (2000) berichtet, konnte der Erbgang für das Merkmal „Maserung“ an den Einzelbaumnachkommenschaften einer Samenplantage für Maserbirke letztlich nicht geklärt werden. Die beobachteten Spaltungsverhältnisse in den Nachkommenschaften zahlreicher Kreuzungen zwischen gemaserten und ungemaserten, ungemaserten und gemaserten sowie ausschließlich zwischen gemaserten Birken wichen erheblich von den auf Grund einfacher Erbgänge zu erwartenden Spaltungszahlen ab. So kann eine monogen rezessive ebenso wie eine monogen dominante Vererbung oder die Wirkung von Komplementärgenen (Auftreten von mindestens je einem dominanten Allel an zwei unabhängigen Genorten) mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Unter der Voraussetzung, dass die Genmanifestation des Merkmals „Maserung“ hoch ist, ist somit von komplizierten Erbgängen auszugehen, bei denen die erbliche Veranlagung auf mehreren, teils dominanten, teils rezessiven Genen beruht, die sich möglicherweise untereinander beeinflussen.

Auch die Hoffnungen, die Maserung mit guter Wüchsigkeit und Schaftform durch bestimmte Kombinationen zu koppeln, erfüllten sich nicht. So korrelierten in den Nachkommenschaften Wuchshöhe und Länge des ungeteilten Schaftes negativ zur relativen Häufigkeit gemaseter Pflanzen. Durch Individualauslese in den Kreuzungsnachkommenschaften konnten nur einige wenige Individuen mit befriedigender Merkmalskombination gesichert werden.

Aus diesen und den oben dargestellten Ergebnissen bei Riegelahorn ist zu schließen, dass eine Nachzucht geriegelter Individuen nur bei vegetativer Vermehrung erfolgversprechend ist. Bei Anwendung der mikrovegetativen Vermehrung gelingt es, diese Individuen zu verklonen und auf eigene Wurzel zu stellen. Die Klonprüfungen zeigen, dass das Wachstum mikrovegetativ vermehrter Klone dem von Sämlingen vergleichbar ist. Gegenüber Sämlingen sind sie überlegen, da die Eigenschaften des Mutterbaumes (Riegelung) weitestgehend erhalten bleiben. Weil die vegetative Vermehrbarkeit auch vom Genotyp beeinflusst wird, muss davon ausgegangen werden, dass sich nicht jeder Riegelahorn gleich gut vermehren lässt und ein z.T. erheblicher Aufwand für die Optimierung der Vermehrungstechnik erforderlich ist. Die Erhaltung und Sicherung geriegelter Individuen sollte ein vorrangiges Ziel der Forstpflanzenzüchtung bleiben.

Literatur

- GEBHARDT, K., FRIEDRICH, M. (1987): Micropropagation of *Calluna vulgaris* cv. 'H.E. Beale'. *Plant Cell, Tissue & Organ Culture* 9: 137-145.
- GEBHARDT, K., SCHULZKE, R., WEISGERBER, H., BAROCKA, K.H. (1988): AFZ-Bildbericht: Forstpflanzen aus der Retorte. *Allg. Forst Zeitschrift* 49: 1344-1345.
- SCHNECK, D. (2000): Die züchterische Bearbeitung der Birke in Waldsiedersdorf. In: „Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland“. Hrsg. Landesforstanstalt Eberswalde, [<http://www.genres.de/fgrdeu/birke/pdf/abschnitt6.pdf>]; S. 61-64.

Danksagung

Die Autoren danken Frau Irene Wenzlitschke für engagierte Assistenz bei der In-vitro-Vermehrung.

Anschrift der Autoren:

Dr. Karl Gebhardt, Jürgen Bohnens
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldgenressourcen
Prof.-Oelkers-Str. 6
34346 Hann. Münden

Unterscheidung von Saatgutpartien der Winterlinde mittels stabiler Isotope ($^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$)

Karl Gebhardt und Helmut Grotehusmann

Zusammenfassung

Die Ernte, Abgabe und Vermarktung von Samenpartien der Winterlinde unterliegt in Deutschland dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG). Unsicherheiten beim Handel mit forstlichem Vermehrungsgut fordern oftmals eine Überprüfung der Authentizität von Saatgutpartien.

Um die Authentizität mit der Analytik stabiler Isotope überprüfen zu können, wurde Saatgut von drei hessischen Samenplantagen untersucht. Die Ergebnisse zeigten signifikante Differenzen der Verhältniszahlen (Delta-Werte) der Kohlenstoffisotope ($^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$) von Saatgutmischungen der verschiedenen Samenplantagen. Die Unterschiede zwischen den Orten waren auch signifikant, wenn nur je 10 Einzelklonabsaaten jeder Samenplantage verglichen wurden. Im Gegensatz dazu ergaben sich bei Betrachtung der Delta-Werte der stabilen Isotope des Stickstoffs ($^{15}\text{N}_2/^{14}\text{N}_2$) keine signifikanten Differenzen. Die Delta-Werte des Kohlenstoffs zeigten auch Unterschiede zwischen den Reifejahren 1998 und 2002. Innerhalb einer untersuchten Samenplantage zeigten sich keine Unterschiede zwischen zwei Gruppen von Einzelbaumabsaaten gleicher Klonzugehörigkeit mit hoher oder niedriger Baumnummer im Vergleich zur Samenplantagen-Mischung. Aus den vorliegenden Ergebnissen wird auf eine gute Anwendbarkeit der Analytik stabiler Isotope in Prüffällen geschlossen.

Schlagwörter: Winterlinde, stabile Isotope, Forstvermehrungsgutgesetz, Kontrollmethoden

Differentiation of seedlots of lime tree by the analysis of stable isotopes ($^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$)

Abstract

The harvest, release and marketing of seedlots of lime trees in Germany undergoes the regulations of law on forest reproductive material. Uncertainties in the trade of forest reproductive material underline the necessity of examinations of the authenticity of seed lots. In order to proof the authenticity of seedlots by means of stable isotopes lime tree seeds from three seed orchards in Hesse was tested. The results exhibited significant differences in the proportions (delta values) of carbon isotopes ($^{13}\text{CO}_2/^{12}\text{CO}_2$) from seed mixtures of the different seed orchards. The differences between sites were also significant if seedlots from only 10 clones of each seed orchard were compared. In contrast the delta values of nitrogen isotopes ($^{15}\text{N}_2/^{14}\text{N}_2$) exhibited no significant differences. The delta values of carbon isotopes were also significantly different between the seedlots from the ripening seasons 1998 and 2002. Within a seed orchard no differences occurred between the mean values of two groups of ramets with high or low tree number in comparison to the seed mixture. From these results a good applicability of the analysis of stable isotopes in test cases with lime tree seed is concluded.

Key words: lime tree, stable isotopes, law on forest reproductive material, control methods

Einleitung

Der Vertrieb von Winterlinden-Saatgut unterliegt den Bestimmungen des Forstvermehrungsgutrechtes. Unsicherheiten im Handel mit forstlichem Vermehrungsgut erfordern immer wieder die Anwendung von Nachweisverfahren zur Überprüfung der Authentizität von Saatgutpartien. In Prüffällen kommen genetische Methoden zur Anwendung, deren Aussage jedoch durch die jährliche Neuordnung der Gene bei der Abblüte bestimmt wird (KONNERT & BEHM, 1999).

Die Analytik stabiler Isotope ist ein für den Herkunftsnachweis von Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten bereits bewährtes Verfahren (BONER & FÖRSTEL 2001, FÖRSTEL 2002), das die genetischen Methoden bei forstlichem Saatgut ergänzen und absichern kann (FÖRSTEL 2003, GESSLER et al. 2005).

Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial dienten Absaaten der hessischen Samenplantagen Groß-Gerau, Reinhardshagen und Wehretal aus drei Reifejahren, siehe Abb. 1. Neben Einzelbaumabsaaten konnten Klonabsaaten und Mischungen der Reifejahre jeder Samenplantage verwendet werden, siehe Tab. 1. Das verwendete Saatgut war kühl (-10°C) und trocken gelagert.

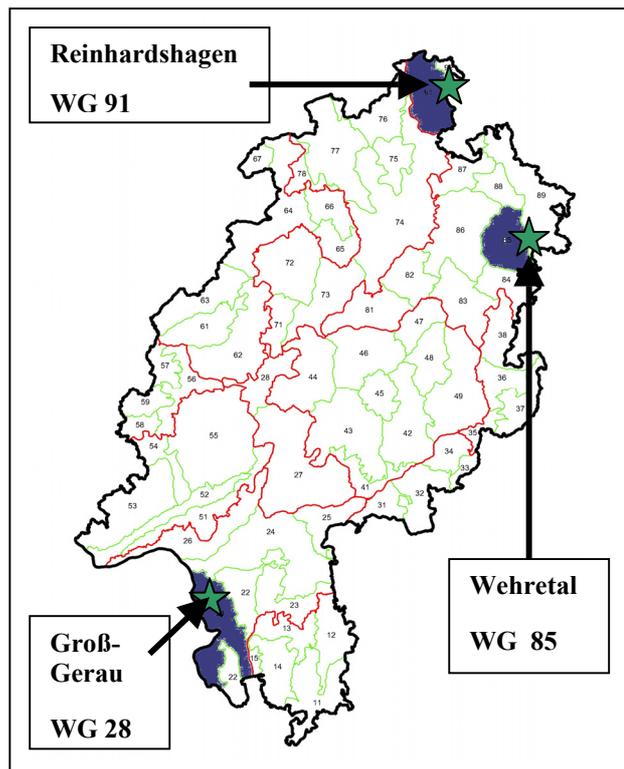


Abb. 1: Lage der 3 Samenplantagen in den Wuchsgebieten Hessens.

Fig. 1: Location of 3 seed orchards within growth areas of Hesse.

Das Tausendkorngewicht betrug 33 g. Die Mischungen der Samenplantagen wurden so erstellt, daß je nach Saatgutertrag (niedrig, mittel, hoch) einer Plantage zwar jeder beerntete Klon repräsentiert, der maximale Beitrag eines Klones jedoch entsprechend begrenzt (3, 5 oder 10 g) war. Aus jeder Samenplantagen-Mischung wurden fünf Stichproben á 1 g (ca. 30 Samenkörner) gezogen und staubfein vermahlen.

Tab. 1: Untersuchungsmaterial von drei Winterlinden-Samenplantagen
Sample size of three lime tree seed orchards

Samenplantage	SPI-Nr.	Anzahl Klone	Untersuchungsmaterial		
			SPI-Mischung/ Reifejahr	Klone	Einzelbäume
Reinhardshagen	55	17	1998	10	-
Wehretal	58	50	1998	10	-
Wehretal	58	53	2002	18	30
Groß-Gerau	59	45	1999	10	-

Von Klon- und Einzelbaumabsaaten wurde ebenfalls jeweils 1g vermahlen. Danach erfolgte die Trocknung der Proben bei 60°C über Nacht. Zur massenspektrometrischen Analyse wurden von jeder Probe 2 mg Aliquots in Zinnkapseln (Fehler ±0,1 mg) abgewogen.

Die Proben wurden anschließend in einem Elementanalysator bei 1.000°C unter Sauerstoffüberschuss verbrannt. Die mit der nachfolgenden Reduktion entstehenden Gase CO₂ und N₂ wurden über einen Wärmeleitfähigkeitsdetektor analysiert, ionisiert und einem Massenspektrometer zugeführt.

Dies führt im Massenspektrometer zu Signalen auf den Massen 44 (¹²C, ¹⁶O, ¹⁶O), 45 (¹³C, ¹⁶O, ¹⁶O) und 46 (¹²C, ¹⁶O, ¹⁸O). Aus den Ratios 45/44 für die Probe und dem Arbeitsstandard (CO₂-Gas) werden Deltawerte berechnet, die auf einen internationalen Standard bezogen sind.

Die Deltawerte (DE=δ) in Promille geben somit das Verhältnis des schweren (X=¹³C; X=¹⁵N) zum leichten (Y=¹²C; Y=¹⁴N) Isotop in der Probe in Relation zum Verhältnis in einem internationalen Standard (R_{reference}) wieder:

$$DE_{X/Y} = \delta_{S/R} = [(R_{\text{sample}}/R_{\text{reference}}) - 1] \cdot 10^3$$

Für Kohlenstoff (X=¹³C) beträgt der Wert des Referenzmaterials (Vienna-Pee Dee belemnite; PDB) 0,0112372. Für Stickstoff gilt das Isotopenverhältnis von Luft (¹⁵N/¹⁴N = 0,0036765) als Standard. Zusätzlich wurde der ¹³C-Gehalt der Probe in Atomprozent errechnet. Der Gesamtkohlenstoffgehalt in Prozent wurde sowohl anhand der Peakhöhen des Massenspektrometers als auch aus dem Signal des Wärmeleitfähigkeitsdetektors bestimmt. Mithilfe des Feststoffstandards Acetanilid wurden die Messungen kalibriert.

Alle Messwerte wurden varianzanalytisch mittels der GLM-Prozedur des Statistikprogramms SAS geprüft. Unterschiede der Mittelwerte wurden nach einem REGWQ-Test klassifiziert und sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich im REGWQ-Test auf dem 5 %-Niveau nichtsignifikant.

Ergebnisse

Engste Korrelationen (>0,999) bestehen zwischen den Deltawerten DE_{13/12} und DE_{45/44} des Kohlenstoffs sowie den Messwerten für die Stickstoffisotope DE_{29/28} und DE_{Luft}. Bezogen auf den internationalen Standard PDB ergeben sich für DE_{13/12} negative Werte der Saatgutproben.

Es zeigten sich hochsignifikante Unterschiede der Kohlenstoffisotope zwischen den Orten bei Samenplantagen-Mischungen (Abb. 2) und Klonabsaaten (Abb. 3), jedoch keine signifikanten Unterschiede der Stickstoffisotope zwischen den Samenplantagen Groß-Gerau und Wehretal.

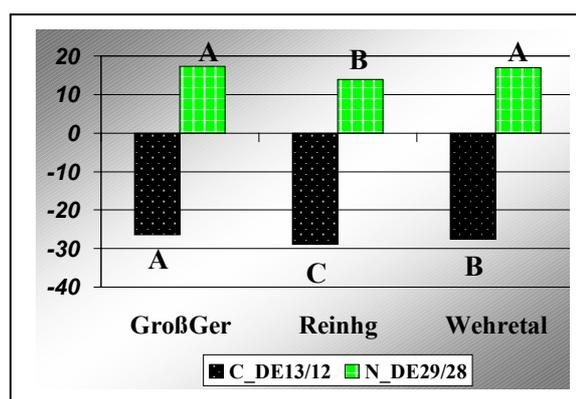


Abb. 2: C/N-Isotopen-Mittel der Saatgut-Mischungen von 3 Samenplantagen.

Fig. 2: Means of the C/N-isotope values of seed mixtures from 3 orchards.

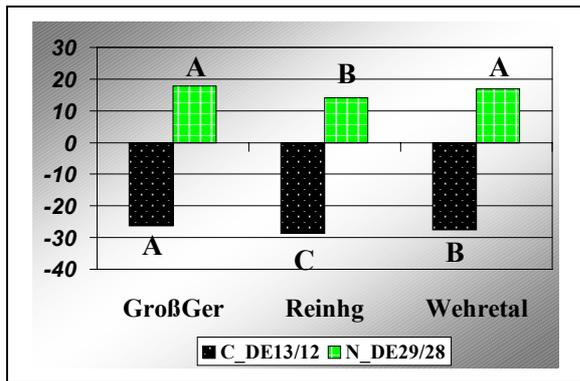


Abb. 3: C/N-Isotopen-Mittel von 10 unterschiedlichen Klonabsaaten aus 3 Samenplantagen (Orten).

Fig. 3: Means of the C/N-isotope values of the seed harvest of 10 different clones from 3 orchards/stands.

Wie in Abb. 4 dargestellt, ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede der Kohlenstoffisotope zwischen zwei Reifejahren, jedoch keine signifikanten Unterschiede der Stickstoffisotope auf der einzig untersuchten Samenplantage Wehretal.

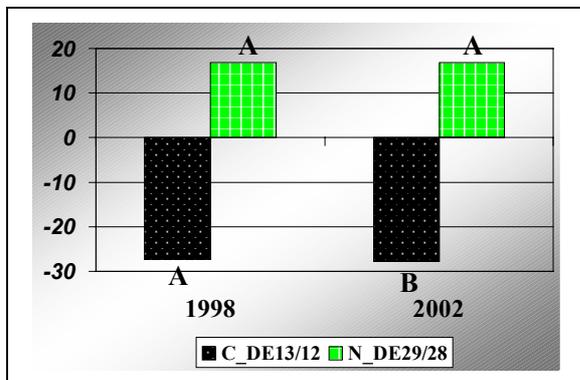


Abb. 4: C/N-Isotopen-Mittel der Saatgut-Mischungen aus zwei Reifejahren der Samenplantage Wehretal.

Fig. 4: Means of the C/N-isotope values of seed mixtures from two seasons of the seed orchard „Wehretal“.

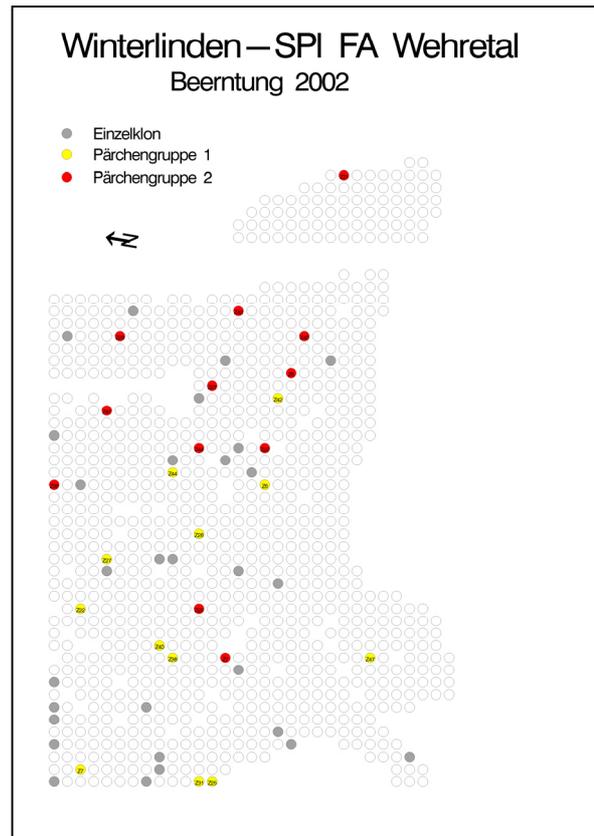


Abb. 5: Standorte der beernteten Einzelbäume (alle Farben) einschließlich der 12 Einzelbaumpaare identischer Klonzugehörigkeit (Pärchengruppen 1 u. 2).

Fig. 5: Position of harvested single trees (all colors) inclusively 12 pairs of ramets (group 1, low tree No.; group 2, high tree No.)

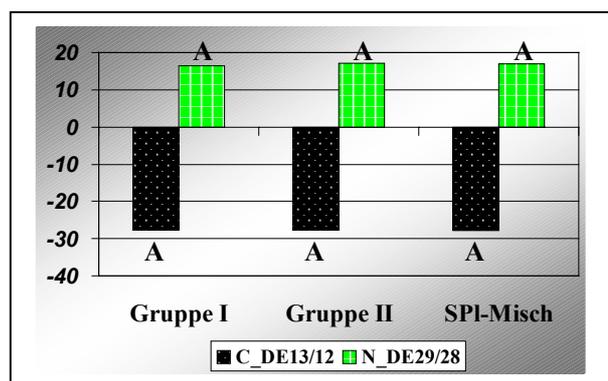


Abb. 6: C/N Isotopen-Mittel der Absaaten von Einzelbäumen gleicher Klonzugehörigkeit, aber unterschiedlicher Position innerhalb einer SPI (Abb. 5).

Fig. 6: Means of the C/N-isotope values of seedlots of ramets of different position in the seed orchard (Fig. 5)

Um den Einfluss des Standortes innerhalb einer Samenplantage auf die Isotopen-Werte zu überprüfen, wurden Einzelbaumabsaaten von Bäumen gleicher Klonzugehörigkeit (Ramets) jedoch unterschiedlicher Baumnummer verglichen. Dazu wurden Pärchen mit niedriger und hoher Baumnummer gebildet und einer Gruppe zugeordnet. Der Standort der beernteten Einzelbäume ist der Abb. 5 zu entnehmen.

Wie in Abb. 6 dargestellt, zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen der Einzelbäume identischer Klonzugehörigkeit jedoch unterschiedlichen Standorts (Ramets in Gruppe 1 und 2) auf der einzig untersuchten SPI Wehretal.

Auch im Vergleich zur Samenplantagenmischung, die mit Absaaten aller in Abb. 5 grau, gelb und rot markierten Einzelbäumen hergestellt wurde, ergab sich kein signifikanter Unterschied.

Zwischen den Stickstoffisotopenwerten von Klonabsaaten ergaben sich auf allen Samenplantagen gesicherte Unterschiede im Vergleich zur jeweiligen Mischung. Keine signifikanten Unterschiede zeigten die Kohlenstoffisotope der Klonabsaaten der Samenplantage Groß-Gerau, siehe Abb. 7.

Auch auf der Samenplantage Reinhardshagen unterschieden sich bei den Deltawerten der Kohlenstoffisotope nur zwei von zehn Klonabsaaten, jedoch keine von der Samenplantagenmischung, siehe Abb. 8:

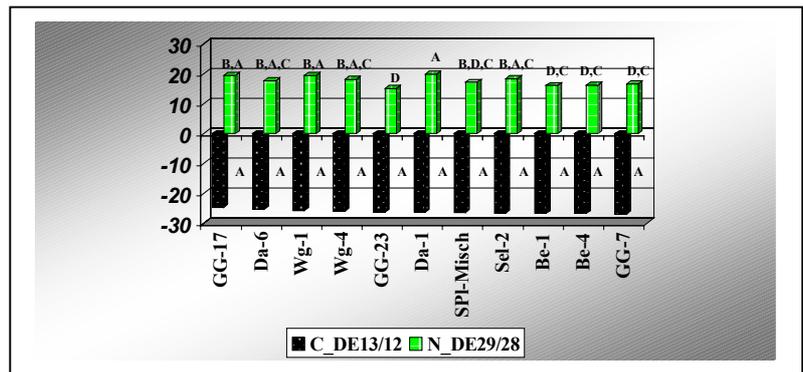


Abb. 7: C/N-Isotopen-Mittel der Einzelklonabsaaten der SPI Groß-Gerau.

Fig. 7: Means of the C/N-isotope values of the single clone harvests from seed orchard Groß-Gerau.

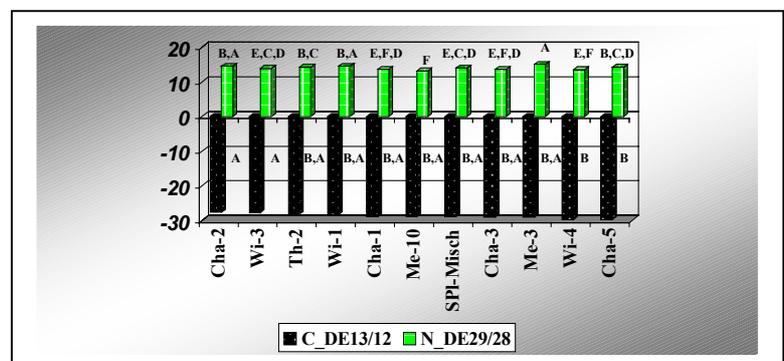


Abb. 8: C/N-Isotopen-Mittel der Einzelklonabsaaten der SPI Reinhardshagen.

Fig. 8: Means of the C/N-isotope values of the single clone harvests from seed orchard Reinhardshagen.

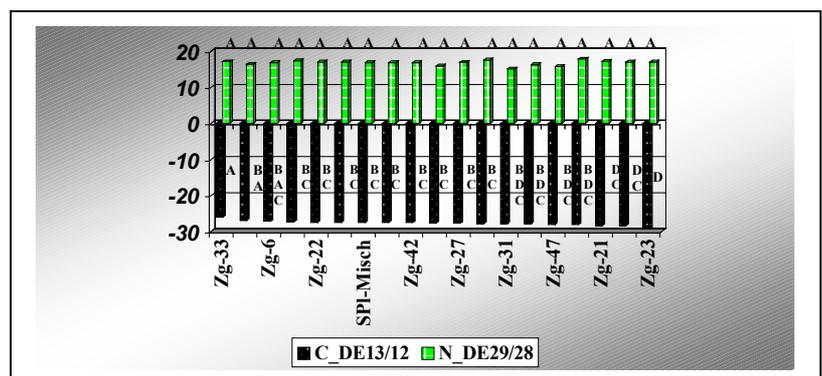


Abb. 9: C/N-Isotopen-Mittel der Einzelklonabsaaten zweier Reifejahrgänge (1998 und 2002) von der SPI Wehretal.

Fig. 9: Means of the C/N-isotope values of the single clone harvests of two seasons (1998 and 2002) from seed orchard Reinhardshagen.

Wurden die Deltawerte der Klonabsaaten von zwei Reifejahrgängen zusammen verrechnet, zeigte sich eine Nivellierung der Stickstoffwerte, siehe Abb. 9. Die Deltawerte des Kohlenstoffs unterschieden sich nur in zwei Fällen signifikant vom Mittelwert der Saatgutmischung.

Zusammenfassende Diskussion

Mit den vorliegenden Daten kann bewiesen werden, dass sich anhand der Deltawerte der Stabilisotopen von Kohlenstoff Saatgut der Winterlinde aus drei hessischen Samenplantagen sicher unterscheiden lässt. Auch die Deltawerte der Stabilisotopen des Stickstoffs zeigen ortsabhängige Unterschiede, die jedoch bei den geprüften Mischungen und Klonabsaaten stärker variierten als die Kohlenstoffwerte. Die Deltawerte der Kohlenstoffisotope zeigten auch eine geringere Klonabhängigkeit als die der Stickstoffisotope und waren zur Unterscheidung von Reifejahren bei den Erntejahrgängen 1998 und 2002 der Samenplantage Wehretal geeignet.

In der beschriebenen Weise gelang es mit geringen Probenmengen und mit einer kleinen Anzahl von Klonabsaaten (10), Ortsunterschiede gesichert nachzuweisen. Innerhalb der einzig untersuchten Samenplantage Wehretal gab es zwischen Einzelbaumabsaaten gleicher Klonzugehörigkeit aber unterschiedlichen Standortes bei 12 geprüften Fällen keine signifikanten Abweichungen vom Mittelwert der Samenplantagenmischung. An den verschiedenen Orten gab es zwischen den Kohlenstoff-Deltawerten der geprüften Klonabsaaten nur dann in zwei von zehn Fällen gesicherte Unterschiede zum Mittelwert der Saatgutmischung, wenn zwei Reifejahrgänge rechnerisch vereinigt wurden. Der Methodik kann somit auch Robustheit attestiert werden.

Die Anwendbarkeit des Nachweises stabiler Isotopen für Kontrollfälle ist gegeben. Bei Betrachtung der Deltawerte des Kohlenstoffs muss die Abhängigkeit vom Reifejahrgang berücksichtigt werden. Bei multivariater Betrachtung unter Einbezie-

hung der Gehalte und Deltawerte mehrerer Stabilisotopen wäre es vermutlich möglich, die Ortsnatur von Saatgutproben noch besser zu differenzieren.

Der Gehalt stabiler Isotope steht in keinem direkten Zusammenhang zu der genetischen Qualität des geernteten Saatgutes. Soll eine Saatgutpartie gewissen Vorgaben hinsichtlich alleler und genotypischer Vielfalt sowie genetischer Differenzierung und Diversität entsprechen, ist die Erntepraxis im Bestand demgemäß anzupassen. Eine Kontrolle der genetischen Qualität muss mit genetischen Methoden (Isoenzym-, DNA-Analytik) erfolgen.

Danksagung

Die Autoren danken dem Kompetenzzentrum für stabile Isotope der Univ. Göttingen für die Durchführung der Analysen. Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des BMBF unter dem FKZ 0330587A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Literatur

- BONER, M., FÖRSTEL, H. (2001): Überprüfung der $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotope im Schaum- und Perlwein. *Der Deutsche Weinbau Heft 15*, 18 – 23.
- FÖRSTEL, H. (2002): Mit isotopem Fingerabdruck den Lebensmitteln auf der Spur. *BioWorld Heft 1*, 26-27.
- FÖRSTEL, H. (2003): Kontrolle der Herkunft mittels Stabilisotopen. *BfN-Skripten 96*: 82-91.
- GESSLER, A.; RENNENBERG, H.; ALDINGER, E.; DOUNAVI, A., 2005: Herkunftsbestimmung mit Hilfe von DNA- und Isotopenanalytik., unveröffentlicht.
- KONNERT, M.; BEHM, A., 1999: Genetische Strukturen einer Saatgutpartie – Einflussfaktoren und -möglichkeiten. *Beitr. Forstw. u. Landschaftsökol. 4*:152-157.

Anschrift der Autoren:

Dr. Karl Gebhardt,
Dr. Helmut Grotehusmann
Nordwestdeutsche Forstl. Versuchsanstalt
Abt. Waldgenressourcen,
Prof.-Oelkers-Str. 6
34346 Hann. Münden

Genetische Struktur einer Reliktpopulation von *Populus nigra* L. an der Mittleren Elbe bei Werben, Sachsen Anhalt

Silke Gneuß, Ilona Leyer, Birgit Ziegenhagen & Berthold Heinze

Zusammenfassung

Die eurasische Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) zählt heute zu den gefährdeten Baumarten in Europa. Als Gründe hierfür sind in erster Linie die Zerstörung der Auwälder sowie der bevorzugte Anbau von Hybridpappelklonen zu nennen. Die damit einhergehende Fragmentierung der Schwarzpappelbestände als auch die Einkreuzung von Hybridpappelgenen können zu einem Verlust an genetischer Diversität bzw. zu einem möglichen Identitätsverlust der so genannten 'reinen' Art führen. In der vorliegenden Arbeit wurde ein relativ großer Reliktbestand an der mittleren Elbe bei Werben untersucht. In einer Vollerhebung wurden die in einem Kerngebiet beprobten 203 Altbäume mit Hilfe von Kern-Markern an fünf Loci untersucht. Ziel war es, den taxonomischen Status der Altbäume sowie die genetische Struktur und genetische Diversität der Population zu erfassen. Demzufolge wurde ein Hybridklon mit neun Ramets von *P. x canadensis* identifiziert. Bei den reinen *P. nigra* traten ebenfalls Klone auf, wobei im Unterschied zu den räumlich weit verstreuten Ramets des Hybridklons die Ramets der *P. nigra* Klone eine enge räumliche Nachbarschaft aufwiesen. Die Diversitätsberechnungen erbrachten einen Heterozygotenüberschuss an drei der vier untersuchten Mikrosatellitenorte. Dieser Befund wird mit Blick auf die Möglichkeit von Fernausbreitungsereignissen diskutiert.

Genetic structure of a relic *Populus nigra* (L.) population of the Elbe River floodplain near Werben, Sachsen-Anhalt

Abstract

Black poplar (*Populus nigra* L.) populations undergo a severe decline in Central European riparian ecosystems. River regulation measures as well as an increasing number of plantations with hybrid poplar clones are the main reasons for this decline. Fragmentation of the former widespread poplar may cause a loss of genetic diversity, and the introgression of hybrid genes may endanger the 'pure' species status. The present study takes place in a relatively large relic stand at the Middle Elbe River floodplain near Werben in Sachsen-Anhalt, Germany. A total of 203 individuals or clones, respectively, were genotyped at five nuclear DNA marker loci in order to analyse the taxonomic status of the individuals as well as the genetic structure and genetic diversity of the stand. First results clarified the hybrid status of old trees. They represent nine ramets of a single genet. While these ramets are scattered throughout the whole investigated area, ramets of genets found in the pure *P. nigra* were closely neighboured with each other. After genotyping all genets of *P. nigra*, diversity calculations revealed an excess of heterozygotes at three of the four analysed microsatellite loci. This result is discussed with regard to long distance gene flow.

Einleitung

Die eurasische Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) zählt heute zu den gefährdeten Baumarten der Flusslandschaften Mitteleuropas (Resolution 2 der Ministerkonferenz zum "Schutz der Wälder in Europa" Straßburg 1990). Populationsgenetische Analysen noch bestehender Reliktbestände sind für eine Erhaltung der genetischen Ressource 'Schwarzpappel' wichtig, um ihre Eignung zur Steckreisergewinnung für Renaturierungsmaßnahmen und für die Anlage von Mutterklonsammlungen zu prüfen. Auch interessiert die Frage, inwieweit der verbreitete Anbau von Hybridklonen in der Landschaft ein Introgressionspotential in die reine *P. nigra* hat. In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb ein relativ großer Reliktbestand an der mittleren Elbe bei Werben untersucht. In einer Vollerhebung wurden die in einem Kerngebiet beprobten 203 Altbäume mit Hilfe von Kern-Markern an fünf Loci untersucht. Ziel war es, den taxonomischen Status der Altbäume sowie die genetische Struktur und genetische Diversität der Population zu erfassen. Erste Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Material und Methoden

Von jeder der insgesamt 203 Pappeln des Untersuchungsgebietes wurde Blattmaterial gesammelt. Die Feststellung des taxonomischen Status der Bäume erfolgte mit dem Sequence-Tagged-Site (STS) - Marker WIN3 (BRADSHAW et al. 1994) und dem Kern-Mikrosatelliten PMGC14 (Homepage, BRADSHAW, T. 2005). Für die Untersuchung der klonalen und genetischen Struktur wurden neben PMGC14 noch drei weitere Kern-Mikrosatelliten eingesetzt, nämlich WPMS05 (SMULDERS et al. 2000), WPMS14 und WPMS20 (VAN DER SCHOOT et al. 2000). Die Genotypisierung erfolgte mit Hilfe eines automatischen Sequenzierapparates (CEQ Beckman Coulter 8000TM). Die Berechnung der populationsgenetischen Parameter wurde mit der Software GenAIEX (SMOUSE & PEAKALL 2005) durchgeführt. Methodische Einzelheiten sind der Arbeit von GNEUSS (2006, in Vorbereitung) zu entnehmen.

Ergebnisse

Taxonomischer Status und klonale Strukturen

Der untersuchte Bestand setzt sich aus 194 *P. nigra* Altbäumen und 9 Hybridbäumen *P. x canadensis* zusammen. Letztere unterschieden sich zum Zeitpunkt der Beprobung auch schon phänologisch durch einen späteren Laubaustrieb von *P. nigra* (Abb. 1). Während sich bei *P. nigra* 114 verschiedene Genotypen unterscheiden lassen, handelt es sich bei den *P. x canadensis* um einen Klon mit neun Ramets, die weit verstreut über die Untersuchungsfläche vorkommen.



Abb. 1: Zwei Pappelaltbäume im Untersuchungsgebiet Paschenwerder. Im Mai deutlich sichtbarer phänologischer Unterschied zwischen früh austreibender *P. nigra* L. links im Bild und spätaustreibender *P. x canadensis*.

Fig. 1: Two mature poplars in the study site Paschenwerder. The photo was taken in May when the phenological difference between the early flushing *P. nigra* (left) and the late flushing *P. x canadensis* (right) was evident.

Stattdessen zeigt sich bei *P. nigra* eine deutliche, räumlich begrenzte klonale Struktur. Wenn Ramets vorhanden sind, treten sie als Gruppe benachbarter Stämme auf (Abb. 2).



Abb. 2: Klonale räumliche Struktur von *P. nigra*.

Fig. 2: Common clonal structure of *P. nigra*.

Genetische Diversität bei *P. nigra*

Bei der Berechnung der Parameter wurde im Fall von Klonen jeweils nur 1 Ramet berücksichtigt, so dass insgesamt 114 verschiedene Genotypen in die Berechnungen gingen. Die Zahl der an den vier Mikrosatelliten-Orten gefundenen Allele schwankt zwischen 6 und 13. Mit beobachteten Heterozygotiegraden von 0,77 bis 0,90 ordnet sich *P. nigra* in die bei Waldbaumarten übliche Größenordnung an Mikrosatelliten-Orten ein. Es zeigte sich, dass an drei der vier untersuchten Loci der beobachtete Heterozygotiegrad höher war als der erwartete.

Schlussfolgerungen und Ausblick

In unseren Untersuchungen stellten wir Überschüsse von Heterozygoten gemessen am Hardy-Weinberg-Gleichgewicht fest. Da die von uns als Marker eingesetzten Mikrosatelliten selektionsneutral sind und wir zudem Mutationen ausschließen, ist das Ergebnis möglicherweise auf den Eintrag von fernausgebreiteten Diasporen und/oder Pollen zurückzuführen. Dazu werden derzeit erste Untersuchungen an einer ausgewählten Sämlingspopulation auf den Bühnen und in den Bühnenfeldern des an den Reliktbestand angrenzenden Elbufers durchge-

führt. Auch sollen an diesen Sämlingen der taxonomische Status und damit ggf. das Auftreten von Rückkreuzungshybriden geklärt werden (GNEUSS 2006, in Vorbereitung).

Danksagung

Wir danken Herrn PD Dr. Thomas Geburek für die freundliche Aufnahme von S.G. im forstgenetischen Labor des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald in Wien sowie den dortigen Mitarbeitern Herrn Michael Mengl, Herrn Wilfried Nebenführ und Herrn Thomas Thalmayr. Auch möchten wir Frau Christina Mengel, Herrn Dr. Sascha Liepelt und Herrn Marc Niggemann aus der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Ziegenhagen (Fachbereich Biologie der Philipps-Universität Marburg) herzlich danken.

Literatur

BRADSHAW, H.D., VILLAR, M., WATSON, B.D., OTTO, K.G., STEWART, S., STETTLER, R.F. (1994): Molecular genetics of growth and development in Populus. III. A genetic linkage map of a hybrid poplar composed of RFLP, STS, and RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 89, 167–178.

BRADSHAW, T.: <http://www.cfr.washington.edu/research.poplar/pmgc/ssr/>.

GNEUSS, S. (2006): Räumlich genetische Struktur und Diversität eines Reliktbestandes von *Populus nigra* L. an der mittleren Elbe. Unveröffentlichte Diplomarbeit des Fachbereichs Biologie der Philipps-Universität Marburg (in Vorbereitung).

PEAKALL, R. SMOUSE, P.E. (2005): GenA1Ex6: Genetic Analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. The Australian National University, Canberra, Australia. <http://www.anu.edu.au/BoZo/GenA1Ex/>

SMULDERS, M. J. M., VAN DER SCHOOT, J., ARENS, P., VOSMAN, B. (2001): Trinucleotide

repeat microsatellite markers for black poplar (*Populus nigra* L.). *Molecular Ecology Notes*, 1, 188-190.

STS, and RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 89, 167–178.

VAN DER SCHOOT, J., POSPIŠKOVÁ, M., VOSMAN, B., SMULDERS, M. J. M. (2000): Development and characterization of microsatellite markers in black poplar (*Populus nigra* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 317-322.

Anschrift der Autoren:

Silke Gneuß, Ilona Leyer,
Prof. Dr. Birgit Ziegenhagen
Philipps-Universität Marburg,
Fachbereich Biologie, AG Naturschutz-
biologie, Karl-von-Frisch-Straße 8,
D-35032 Marburg

Dr. Berthold Heinze
Bundesamt und Forschungszentrum für Wald,
Forstgenetik, Hauptstraße 7,
A-1140 Wien

Provenance identification of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in southern Germany by using nuclear and chloroplast microsatellites

Ingrid Hebel, Marie Carmen Dacasa, R. Haas, A. Dounavi

Provenance identification of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in southern Germany by using nuclear and chloroplast microsatellites



Hebel, I, Dacasa, M.C., Haas, R., Dounavi, A.

DNA-Labor, Abt.Waldökologie, FVA Freiburg

The common ash is one of the European hardwood tree species that is highly represented in the populations across the Rhine River. The present forests in this region were mainly developed as a result of Rhine straightening and re-established through planting of soft- and hardwoods (Volk, 2001). The existence of ash in the Black Forest and in Swabian Jura was mainly influenced from the land use history of these mountainous areas. Provenance regions are usually geographically defined, based on the conditions which characterize the habitat where the populations grow, without taking into consideration any genetic aspects. In this context, provenance regions have been defined in Germany for ecologically and economically important tree species. These provenance regions are differentiated according to climatic and site constraints, assuming that populations have been well adapted under local conditions over the years.

In the present study a genetic diversity study of *F. excelsior* is performed in southern Germany, using nuclear and chloroplast microsatellites, with the main objective to identify different provenances and compare their delineation with this defined from their habitat characteristics. Moreover, the extent to which the different refugia have contributed to the distribution of *F. excelsior* in southern Germany will be studied by using cpDNA-markers.

Plant material

Samples of *Fraxinus excelsior* L. were collected in summer 2003 from three provenances in southern Germany: 81105 (Rhine Valley), 81107 (Black Forest and Swabian Jura), and 81108 (Bavaria).

The genotypes of all investigated samples were scored at four highly polymorphic nuclear microsatellite loci, namely Femsat14, Femsat18, Femsat12, Femsat16 (Brachet et al., 1999; Lefort et al., 1999) and at five chloroplast microsatellites, namely ccmp3, ccmp6, ccmp7, ccmp10, μ kk3 (Weising and Gardner, 1999; Deguilloux et al., 2003).

Nuclear microsatellites

All loci were highly polymorphic. Allele numbers per locus varied between 27 (Femsat12, Femsat16) and 41 (Femsat14). The observed heterozygosity (H_o) was lower than the expected (H_e) in most of the regions and in most of the loci, causing positive inbreeding coefficients (F_{IS}), except in the case of provenance 81107 (Femsat18) and provenance 81108 (Femsat18, Femsat16) where the F_{IS} values were negative. The F_{ST} value indicated a relatively low genetic differentiation (0.012) among the regions, a value non distinct different from R_{ST} (0.004) (Tab. 1). The similar R - and F -values indicates equivalent contribution of mutation and migration in the genetic variation of the populations.

Table 1. Population differentiation statistics and gene flow (N_m = number of migrants among regions, F_{IT} = overall inbreeding index)

Locus	Differentiation among regions			Gene flow among regions	
	Overall inbreeding F_{IT}	F_{ST}	R_{ST}	Nm	Nm
Femsat14	0.112	0.010	0.004	10.928	
Femsat18	0.014	0.009	0.007	14.698	
Femsat12	0.200	0.010	0.007	9.566	
Femsat16	0.043	0.024	-0.001	7.327	
Mean	0.092	0.012	0.004	10.454	

Chloroplast microsatellites

In general, low levels of polymorphism was observed. According to the findings in each region, the haplotypes A and B represented the 52% and 44% of the total samples analysed, respectively. One haplotype not previously reported in the literature was found (Table 2).

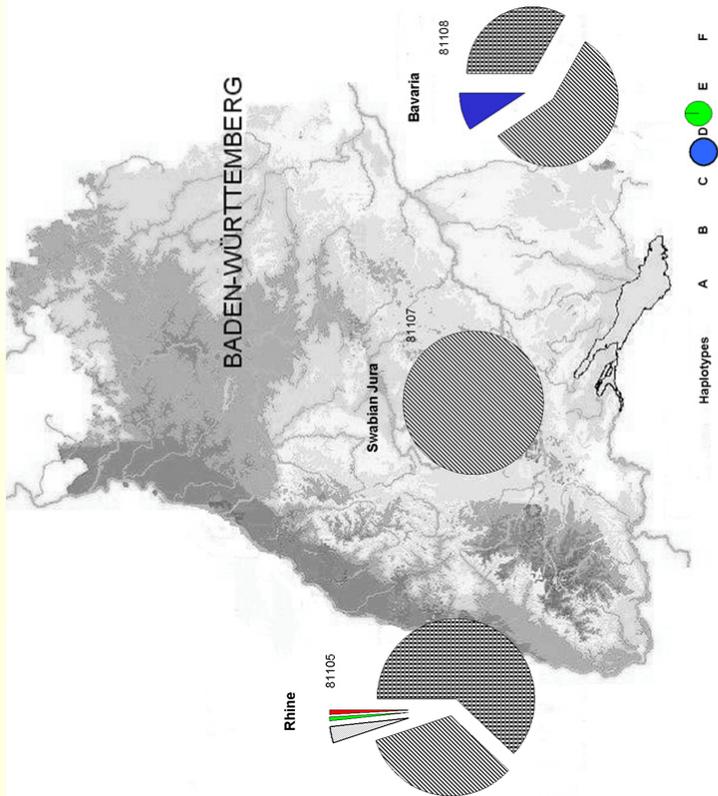
In most of the samples of the Rhine valley (81105), haplotypes A and B were present, while two other haplotypes (C and E) were rarely found. In all regions the frequency of the haplotype A is higher than that of B. The rare haplotype D was found only in Bayern (81108). Finally, in the regions Black Forest and Swabian Jura (81107) only the haplotype B was present (Fig. 1).

Table 2. Lists of the six haplotypes revealed from the combination of the size variants observed for each cpDNA marker.

Haplotypes	Number of individuals	Size of amplified fragment					
		ccmp3	ccmp6	ccmp7	ccmp10	μkk3	92
A	91	91	93	111	98	92	92
B	77	91	93	111	97	92	92
C	4	91	93	111	98	90	90
D	2	91	92	112	98	92	92
E	1	91	93	111	98	91	91
F	1	91	93	111	99	92	92

In general, this study provides evidence about the genetic delineation of ash provenances. Specifically, the findings of the nuclear microsatellite analysis show a differentiation mainly between the provenances 81105 and 81107 based on "private alleles", whereby the chloroplast DNA analysis provided a distinct differentiation of the provenance 81108 based on a "private haplotype".

Based on these results provenance identification is possible and consequently the proper choice of plant material to be used for planting can be achieved. These results enable the establishment of management tools for the populations of the different provenances and the delineation of gene conservation ash stands. The genetic conservation of the ash stands studied is important, since they possess high levels of genetic variation and also rare genetic variants not found elsewhere in Germany. Moreover, genetic aspects by the provenance delineation should be also considered together with geographical and ecological criteria, using the combination of both nuclear and chloroplast genetic markers, as well as the use of selective markers to understand the selection processes taking place under different environmental conditions in a fine-scale microgeographical variation. At the same time, other factors, i.e. natural origin and autochthony of the stands, level of human influence etc. should be taken under consideration for management decision in ash forests.



References

- Brachet, S., Jubier, M.F., Richard, M., Jung-Muller and N. Frascaria-Lacoste. 1989. Rapid identification of microsatellite loci using 5 anchored PCR in the common ash *Fraxinus excelsior*. *Mol. Eco.*, 8, 160-163.
- Lefort, F., Brachet, S., Frascaria-Lacoste, N., Edwards, K.J. and G.C. Douglas. 1999. Identification and characterisation of microsatellite loci in ash (*Fraxinus excelsior* L.) and their conservation in the olive family (Oleaceae). *Mol.Eco.* 8, 1088-1091.
- Degullieux, M.F., Dumolin-Lapègue, S., Gielly, L., Grivet, D. and R.Petit. 2003. A set of primers for the amplification of chloroplast microsatellites in *Quercus*. *Mol.Eco.* Notes 3, 24-27.
- Weising, K. and R.C. Gardner. 1999. A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphisms in chloroplast genomes of dicotyledonous angiosperms. *Genome* 42, 9-19.

EUFORGEN - Das Europäische Programm für Forstliche Genetische Ressourcen in seiner 3. Phase (2005 – 2009)

Armin O. König



Zusammenfassung

Das Programm wurde 1994 mit dem Ziel der Umsetzung der Resolution Nr. 2 „Erhaltung forstlicher genetischer Ressourcen“ der Ersten Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE) begründet. Hierdurch sollen die Erhaltung und nachhaltige Nutzung forstlicher genetischer Ressourcen sowie eine Erleichterung der gesamteuropäischen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet gefördert werden.

Auf der 4. MCPFE in Wien (2003, Resolution V4) wurde das Mandat erneuert: Die Signatarstaaten gehen die Verpflichtung ein „... *den Schutz von forstgenetischen Ressourcen als einen integralen Bestandteil der Waldwirtschaft zu fördern und die gesamteuropäische Zusammenarbeit in diesem Bereich fortzusetzen ...*“

Die für 2005 bis 2009 vom Steuerungskomitee geplanten Ziele und Programmaktivitäten sind in einer Tabelle zusammengefasst.

Zur Umsetzung derselben arbeitet EUFORGEN ab 2005 über drei baumartenorientierte Netzwerke, ein thematisches Netzwerk und eine Arbeitsgruppe „Information“.

EUFORGEN - The European Forest Genetic Resources Programme in its Phase III (2005 – 2009)

Abstract

The European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN) was established in 1994, with the goal to implement resolution no. 2 'Conservation of Forest Genetic Resources' of the 1st Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (MCPFE). Hereby conservation and sustainable use of forest genetic resources shall be promoted and the pan-European collaboration in this area facilitated.

The mandate was renewed at the 4th MCPFE in Vienna (2003, resolution V4): The signatory states commit themselves to „ ... *promote the conservation of forest genetic resources as an integral part of sustainable forest management and continue the pan-European collaboration in this field ...* ’

EUFORGEN objectives and programme activities as endorsed by the steering committee for the period of 2005 to 2009 are listed in a table.

For their implementation EUFORGEN is working since 2005 through three species oriented networks and one thematic one, as well as a working group on ‘information’.

Einleitung

Das Tagungsthema „Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor“ gibt Anlass, auch auf internationale Bemühungen und Vorgänge (z.B. FRANKEL and BENNET 1970) hinzuweisen. Eine Pilotstudie zur Erhaltung forstlicher genetischer Ressourcen wurde von der FAO (1975) veröffentlicht. Ursache hierfür war vor allem die Übernutzung tropischer und subtropischer Wälder. In Deutschland hat, unter dem Eindruck der ab den 1970er Jahren auftretenden „neuartigen Waldschäden“, eine Bund-Länder Arbeitsgruppe 1987 ein Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland vorgelegt (BECKER *et al.* 1987), von dem zwischenzeitlich eine Neufassung erarbeitet wurde (PAUL *et al.* 2000). Für den deutschsprachigen Raum und einige angrenzende Länder haben GEBUREK und HEINZE (1998) in einer Beitragssammlung Normen, Programme und Maßnahmen zur Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald zusammengestellt. Für Europa insgesamt wurde die Bedeutung forstlicher genetischer Ressourcen auf den Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE) in Straßburg, 1990 und Helsinki, 1993 hervorgehoben (ANONYMUS 2004).

Die Erhaltung forstlicher genetischer Ressourcen ist eine wichtige Vorsorge- und Schutzmaßnahme und muss deshalb Bestandteil einer nachhaltigen Forstwirtschaft sein. Da Baumarten häufig grenzüberschreitend vorkommen und die anstehenden Probleme für viele Länder ähnlich sind, ist eine internationale Zusammenarbeit von vorrangiger Bedeutung (TUROK 1998). Gefährdungen für die genetische Vielfalt der Wälder gehen von Luftverunreinigungen, Klimawandel, Übernutzung, Fragmentierung von Waldgebieten und anderen Faktoren aus.

Insbesondere die Resolution S2 von Straßburg (*Conservation of Forest Genetic Resources*), die von 39 Staaten unterzeichnet wurde, ist auf eine gesamteuropäische Koordination von Erhaltungsmaßnahmen ausgerichtet.

Als Folge ist 1994 das Europäische Programm für forstliche genetische Ressourcen (*European Forest Genetic Resources Programme* – EUFORGEN) entstanden. EUFORGEN wird vom Internationalen Institut für pflanzengenetische Ressourcen (IPGRI) und der Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO), beide mit Sitz in Rom sowie einem Steuerungskomitee, das sich aus den nationalen Koordinatoren zusammensetzt, koordiniert.

Ziele, Mandat und Struktur

Das allgemeine Ziel von EUFORGEN ist die Förderung der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher genetischer Ressourcen sowie eine Erleichterung der gesamteuropäischen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet. Das Mandat für die Fortführung von EUFORGEN in einer 3. Phase wurde auf der 4. MCPFE in Wien, 2003, vor allem durch die Resolution Nr. 4 (V4), erneuert. Darin heißt es: *Die Signatarstaaten gehen die Verpflichtung ein „... den Schutz von forstgenetischen Ressourcen als einen integralen Bestandteil der Waldwirtschaft zu fördern und die gesamteuropäische Zusammenarbeit in diesem Bereich fortzusetzen ...“.*

Seit der Einrichtung des Programms im Jahre 1994 sind zwei Fünfjahresphasen abgelaufen, in denen im Rahmen des Programms über fünf baumartenbezogene Netzwerke die anstehenden Probleme bearbeitet wurden.

Das Steuerungskomitee tritt alle zwei bis drei Jahre zusammen, um die geleistete Arbeit zu evaluieren und Vorschläge für die Arbeit der kommenden Phase zu machen. Auf seinem letzten Treffen in Židlochovice (CZ) im Mai 2004 wurden für die 3. Phase die in Tab. 1 aufgeführten Ziele und Programmaktivitäten beschlossen. Bei den Aufgaben ist vor allem hervorzuheben, dass, wohl als Folge der oben bereits genannten Resolution V4, die Erhaltung forstlicher genetischer Ressourcen verstärkt in den regulären Forstbetrieb integriert werden soll.

Tab. 1: Zielsetzungen und Aktivitäten von EUFORGEN während der 3. Phase (2005 - 2009)
 (Übersetzung aus dem Sitzungsprotokoll, s. Internetseite von EUFORGEN
 www.euforgen.org, Summary reports of recent meetings)

EUFORGEN objectives and programme activities during Phase III (2005 - 2009)

Ziele	Aktivitäten
Förderung der praktischen Umsetzung der Generhaltung und der entsprechenden Nutzung genetischer Ressourcen als integraler Bestandteil einer nachhaltigen Forstwirtschaft.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Förderung der Umsetzung von Empfehlungen, die in den [bisher erarbeiteten] „<i>Technical Guidelines</i>“ aufgeführt sind auf nationalem Niveau, je nach Bedarf oder Anforderung. 2. Unterstützung von Integrationsbemühungen hinsichtlich der Generhaltung und Förderung einer entsprechenden Nutzung genetischer Ressourcen mittels nationaler Forstprogramme und Politiken. 3. Zusammenarbeit mit dem MCPFE-Prozess und anderen relevanten internationalen, regionalen und nationalen Initiativen und Prozessen. 4. Beratung von Ländern im Hinblick auf genetische Ressourcen, sofern diese angefordert wird. 5. Hilfestellung bei der Implementierung von gemeinsamen Aktionsplänen und hinsichtlich bester Wirtschaftsweisen. 6. Entwicklung von Protokollen zur Evaluierung von Folgen verschiedener Waldbauverfahren. Identifikation der aus genetischer Sicht am besten geeigneten, in Zusammenarbeit mit Forstamtsleitern und Entscheidungsträgern.
Hilfestellung bei der weiteren Entwicklung von Methoden zur Erhaltung der genetischen Diversität in den europäischen Wäldern.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entwicklung gemeinsamer Aktionspläne als Teil einer gesamteuropäischen Generhaltungs-Strategie. 2. Entwicklung gemeinsamer Methoden für ein genetisches Monitoring. 3. Überarbeitung technischer Richtlinien (TG) und Entwicklung neuer, sofern Bedarf besteht. 4. Herausarbeitung negativer Folgen der Verwendung ungeeigneten forstlichen Vermehrungsguts. 5. Entwicklung von Methoden zur Förderung genetisch nachhaltiger Verjüngung. 6. Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Generhaltung in Europa. 7. Hilfestellung bei der Erweiterung des „Programms“ mit dem Ziel Nicht-Mitgliedsländer zu werben und um die gesamten Verbreitungsgebiete der europäischen Baumarten zu erfassen.
Sammlung und Verbreitung zuverlässiger Information über genetische Ressourcen in Europa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erhöhung des Bewusstseins in Bezug auf die Bedeutung forstlicher genetischer Ressourcen unter Politikern, Forstleuten und in der Öffentlichkeit. 2. Zusammenstellung und Verfügbarmachung von georeferenzierten Daten über Generhaltungseinheiten in Europa. 3. Entwicklung von EUFORGEN-Positionspapieren (z.B. im Hinblick auf den MCPFE-Prozess). 4. Publikation von Berichten über den Stand forstlicher genetischer Ressourcen in Europa und andere relevante Themen. 5. Pflege der existierenden Internetseite und bei Bedarf Entwicklung einer neuen Online-Informations-Struktur. 6. Hilfestellung hinsichtlich des Informationsaustauschs zwischen Ländern.

Um die aufgelisteten Aufgaben zu erfüllen, ist auch die Organisationsstruktur geändert worden (Abb. 1). Während es vorher fünf

baumartenbezogene Netzwerke gab, ist die Anzahl jetzt auf drei reduziert worden. Gleich geblieben ist nur das Netzwerk

„Koniferen“. Zwei Netzwerke sind umbenannt und erweitert worden. Das Netzwerk „*Populus nigra*“ (in der 2. Phase einschließlich *P. alba*) ist dem Netzwerk „Verstreut vorkommende Laubbaumarten“, und die „Mediterranen Eichen“ dem Netzwerk „Weit verbreitete Laubbaumarten“ zugeschlagen worden. Neu hinzugekommen ist das Netzwerk „Waldwirtschaft“, das die Umsetzung

der Generhaltung in der praktischen Forstwirtschaft verstärken soll, und eine Arbeitsgruppe „Information“, die eine verbesserte Kommunikation zwischen den Netzwerken erwirken, aber auch relevante Informationen für Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit aufbereiten soll. EUFORGEN zählt zur Zeit 34 Mitglieds- und 11 kooperierende Staaten.

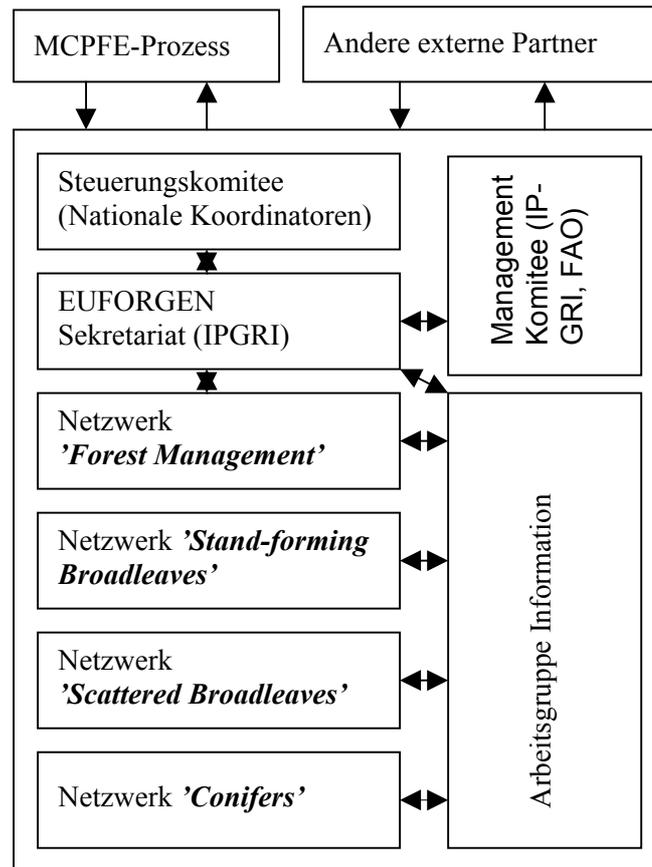


Abb. 1: Organisationsstruktur von EUFORGEN in der 3. Phase (2005-2009)
(Quelle: Sitzungsprotokoll Židlochovice, s. Internetseite von EUFORGEN www.euforgen.org, Summary reports of recent meetings)

Fig. 1: Organizational structure of EUFORGEN Phase III (2005-2009)

Weitere Informationen sind auf der Internetseite von EUFORGEN zu finden (<http://www.euforgen.org/> [Bearbeitungsstand 29.11.2005]). Hierbei wird besonders auf die Publikationsliste verwiesen. Zahlreiche Arbeiten sind im PDF-Format verfügbar und können heruntergeladen und ausgedruckt werden. Hierzu sind insbesondere die 'Technical Guidelines' (für Generhaltung) zu nennen,

die bisher für folgende Baumarten erarbeitet wurden: *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Liquidambar orientalis*, *Malus sylvestris*, *Picea abies*, *Pinus brutia*, *P. cembra*, *P. halepensis*, *P. pinaster*, *Populus nigra*, *Prunus avium*, *Pyrus pyraister*, *Sorbus domestica*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Ulmus laevis*. Weiterhin sind Verbreitungsgebietkarten verfügbar.

Personelles

In Deutschland ist EUFORGEN fachlich dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Referat 533 (Leitung: Frau D. Steinhauser) zugeordnet.

Nationaler Koordinator ist Herr B. Degen (BFH). Die Vorsitzenden bzw. Vizevorsitzenden sowie die deutschen Vertreter in den einzelnen Netzwerken sind in der folgenden Übersicht (Tab. 2) aufgeführt:

Tab. 2: Vertreter in den Netzwerken
Representatives in the networks

Netzwerk	Vorsitz / Vizevorsitz	Dt. Vertreter
Waldwirtschaft	J. Hubert (GB) / B. Ditlevsen (DK)	P. Elsasser
Bestandesbildende Laubbaumarten	G. von Wühlisch (D) / A. Ducouso (F)	G. von Wühlisch
Weit verbreitete Laubbaumarten	B. De Cuyper (B) / B. Heinze (A)	A. König
Koniferen	B. Fady (F) / A. Pfeiffer (IRL)	A. König

Der nationale Koordinator und die Vertreter in den Netzwerken arbeiten eng mit der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ (Vorsitz: R. Kätzel) zusammen.

Literatur

ANONYMUS (2004): Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, MCPFE-resolutions. <http://www.mcpfe.org/resolutions/> (Bearbeitungsstand 02.12.2004).

BECKER, A., BEHM, A., DÖRFLINGER, H., KLEINSCHMIT, J., MELCHIOR, G.H., MUHS, H.J., STEPHAN, B.R., TABEL, U., WEISGERBER, H., WIDMAIER, T. (1987): Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung Forstlicher Genressourcen. Großhansdorf.

FAO/UNEP (1975): Report on a Pilot Study on the Methodology of Conservation of Forest Genetic Resources, based on the work of L.R. Roche and other authors. Rome.

FRANKEL, O.H., BENETT, E. (1970): Genetic resources in plants – their exploration and conservation. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

GEBUREK, TH., HEINZE, B. (Hrsg., 1998): Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald. ecomed, Landsberg.

PAUL, M., HINRICHS, T., JANSSEN, A., SCHMITT, H.P., SOPPA, B., STEPHAN, B.R., DÖRFLINGER, H. und Mitarbeiter (2000): Konzept zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland. Sächsische Landesanstalt für Forsten, Graupa.

TUROK, J. (1998): Zusammenarbeit bei der praktischen Umsetzung von internationalen Resolutionen im Bereich forstlicher Genressourcen. S. 77-85 in: Geburek, Th., Heinze, B. (Hrsg.): Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald. ecomed, Landsberg.

Anschrift des Autors:

Dr. Armin O. König,
Bundesforschungsanstalt für Forst- und
Holzwirtschaft (BFH), Hamburg
Institut für Forstgenetik und Forstpflanzen-
züchtung,
Sieker Landstraße 2, 22927 Großhansdorf

100 Jahre Eichenforschung in Mariabrunn

Mirko Liesebach, Michael Mengl, Lambert Weißenbacher

Zusammenfassung

Professor A. CIESLAR legte im Jahr 1905 einen Herkunftsversuch mit 22 Eichenherkünften (21 *Quercus robur* L. und 1 *Q. petraea* [Matt.] Liebl.) aus 10 Ländern innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets mit einjährigen Sämlingen im Wienerwald an. Im Alter von 100 Jahren wurde der Versuch erneut aufgenommen. Für die Merkmale Durchmesser in 1,3 m Höhe, Stammform, Qualität des Stammstückes und Neigung zur Wasserreiserbildung zeigt sich zwischen den Prüfgliedern eine beachtliche Variation. Die Stammform ist mit der früheren Erhebungen eng korreliert, während das Wachstum erwartungsgemäß stärker durch die Umwelt beeinflusst ist und große Rangunterschiede zeigt. Abschließend erfolgt eine wirtschaftliche Bewertung der Herkünfte. Die Notwendigkeit eines neuen Herkunftsversuchs wird aufgezeigt.

100 years of research on oaks at Mariabrunn

Abstract

A provenance experiment with 22 provenances of oak (21 *Quercus robur* L. and 1 *Q. petraea* [Matt.] Liebl.) from 10 countries within the area of natural distribution was established with one year old seedlings by Prof. A. CIESLAR in the Wienerwald / Austria in 1905. At the age of 100 years an inventory of the trial has taken place. Regarding the characters diameter at breast height, straightness of stems, quality of the trunk wood, and disposition to epicormic branches the progenies show a considerable variation. The stem form is closely correlated with those of an earlier assessment, while growth is expectedly influenced by environment factors and shows large differences in ranking. Finally the economic value of the progenies was evaluated. The need to establish a new provenance trial is underpinned.

Einleitung

Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts wurden die ersten Untersuchungen an der damals „Österreichischen Forstlichen Versuchsanstalt“ über die Bedeutung der Herkunft der „Holzsämereien“ durchgeführt (CIESLAR 1923). Diese Studien befassten sich hauptsächlich mit den weit verbreiteten Nadelgehölzen. Prof. Dr. A. CIESLAR, einem der bedeutendsten Pioniere der forstlichen Provenienzforschung, dehnte diese Untersuchungen auf die bis dahin wissenschaftlich vernachlässigte Stieleiche (*Quercus robur* L.) aus. Ihm ist es zu verdanken, dass Österreich heute über den ältesten Herkunftsversuch mit *Quercus robur* L. verfügt. Erkenntnisse früherer Arbeiten bei Baumarten wie Fichte (*Picea abies* [L.] H. Karst.), Europäischer Lärche (*Larix decidua* Mill.), Föhre (*Pinus sylvestris* L.) aber auch Bergahorn

(*Acer pseudoplatanus* L.) und die außerordentliche Flächenausdehnung des natürlichen Verbreitungsgebiets der Stieleiche bestärkten ihn darin, das Vorhandensein klimatischer Rassen und deren Variation bei veränderten Standorts- und Klimabedingungen unter versuchstechnischen Aspekten zu prüfen. CIESLAR (1923) veröffentlichte in einem längeren Beitrag die Charakteristika der Mutterbäume sowie die Ergebnisse bis zum Alter von 18 Jahren. Im Jahr 1952 erschien noch eine kurze Abhandlung über den zwischenzeitlich 48-jährigen Versuch (SCHREIBER 1952). Danach geriet der Versuch in Vergessenheit. Heute kommt der Eiche sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht eine besondere Bedeutung bei der Umwandlung labiler Fichtenwälder der kollinen und submontanen Höhenstufe in stabilere Mischbestände mit

standortgerechten Baumarten zu. Damit die neuen Wälder ihre vielfältigen Funktionen erbringen können, ist bei der Bestandesbegründung besonderes Augenmerk auf die Wahl geeigneten Vermehrungsguts zu richten.

100 Jahre nach Etablierung des Versuches durch CIESLAR wurde er, bei den laufenden Vorbereitungen für die Anlage eines Herkunftsversuchs mit Eiche, erneut aufgenommen (LIESEBACH *et al.* 2005). Einige Ergebnisse dieser Erhebung werden im Folgenden vorgestellt.

Material und Methoden

Im Herbst des Jahres 1903 wurden 21 Herkünfte von *Quercus robur* aus verschiedensten Gebieten des natürlichen Verbreitungsgebietes, überwiegend aus Gebieten der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie, sowie eine Herkunft der *Q. petraea*, vermutlich aus dem vorderen Wienerwald, eingesammelt (Tab. 1 und Abb. 1) und nach Mariabrunn gebracht, wo sie im Frühjahr 1904 ausgesät wurden. Die meisten Eichelproben stammten von je ei-

nem Mutterbaum, nur bei vier Herkünften wurde unter zwei oder mehr Bäumen gesammelt; daher wird im Folgenden der Begriff Prüfglied statt Herkunft verwendet. Im April 1905 wurde mit einjährigen Pflanzen die Versuchsfläche im Steinbachtal, Abteilung 42 (SCHREIBER 1952: Abt. 41a1) des ehemaligen Staatsforstbezirks Neuwaldegg begründet. Die Fläche liegt in etwa 330 m ü. NN an einem nach Westen exponierten Hang. Die Vorbestockung war *Q. petraea* mit *Fagus sylvatica*.

Angelegt wurde der Versuch im Verband von 1 m x 1 m mit 200 Pflanzen je Prüfglied bei einer Parzellengröße von 10 m x 20 m (200 m²). Von zwei Nachkommenschaften war die Anzahl der Versuchspflanzen bei der Versuchsanlage zu gering, so dass nur jeweils 100 Pflanzen zur Auspflanzung kamen. Diesem 1905 angelegten Versuch liegt, wie den meisten älteren Herkunftsversuchen, ein Versuchsdesign ohne Wiederholungen zu Grunde. Eine statistische Auswertung ist daher und durch die geringe Stammzahl nach 100 Jahren nur bedingt möglich.

Tab. 1: Liste der 22 Herkünfte der *Q. robur* und *Q. petraea* des CIESLAR'schen Herkunftsversuchs und die in den Abbildungen und Tabellen verwendeten Abkürzungen.

List of 22 provenances of pedunculate and sessile oak tested in the provenance experiment established by CIESLAR, and the abbreviations used in the tables and figures.

Abk.	Herkunftsort	Land	<i>Quercus</i>
100 A	evtl. Wienerwald	vermutl. Österreich	<i>Q. petraea</i>
183 UA	Franztal bei Czernowitz	Ukraine	<i>Q. robur</i>
184 HR	Landstraß in Krain	Kroatien	<i>Q. robur</i>
185 UA	Kniazdwór	Ukraine	<i>Q. robur</i>
186 CZ	Lundenburg, Rev. Turnitz	Tschechische Rep.	<i>Q. robur</i>
187 CZ	Dom. Neuhaus, Rev. Gestütshof	Tschechische Rep.	<i>Q. robur</i>
188 CZ	Dom. Neuhaus, Rev. Fasanengarten	Tschechische Rep.	<i>Q. robur</i>
189 CZ	Dom. Neuhaus, Rev. Magarethen	Tschechische Rep.	<i>Q. robur</i>
190 HR	Montana in Istrien	Kroatien	<i>Q. robur</i>
191 YU	Apatin an der Donau	Yugoslawien	<i>Q. robur</i>
192 SK	Zolyom	Slowakische Rep.	<i>Q. robur</i>
193 RO	Padurany	Rumänien	<i>Q. robur</i>
194 F	Depart. Landes	Frankreich	<i>Q. robur</i>
195 HR	Jamina (Slawonien)	Kroatien	<i>Q. robur</i>
196 HR	Bosn.-Gradisca	Kroatien	<i>Q. robur</i>
197 HR	Lipovljane in Kroatien	Kroatien	<i>Q. robur</i>
198 S	Ridö am Mälarsee	Schweden	<i>Q. robur</i>
199 D	Gramschatzer Wald	Deutschland	<i>Q. robur</i>
201 RO	Görgeny Szt. Imre	Rumänien	<i>Q. robur</i>
202 D	Saarburg bei Trier	Deutschland	<i>Q. robur</i>
203 S	Kristianstadlän	Schweden	<i>Q. robur</i>
204 D	Karlsbrunn bei Trier	Deutschland	<i>Q. robur</i>

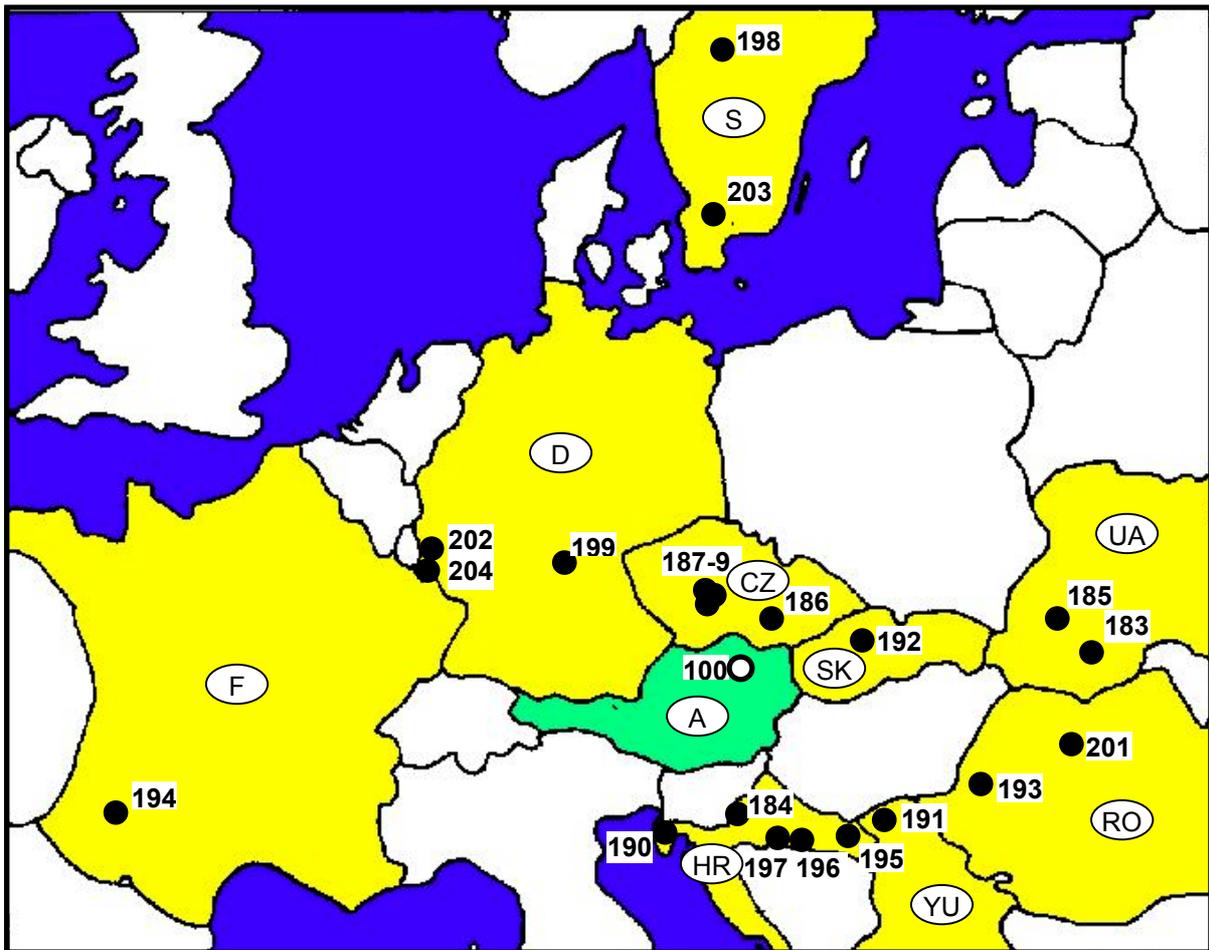


Abb. 1: Karte mit Lage der Einsammlungsorte der Prüfglieder. Über die österreichische Herkunft der *Q. petraea* liegen keine Aufzeichnungen vor, sie ist am Versuchsort (o) eingetragen.

Fig. 1: Map with the collection sites of the provenances. No records exist of the sessile oak provenance from Austria, therefore it is marked at the location of the trial site (o).

Im Sommer 2004 wurden der Versuch erneut aufgenommen und an jedem Baum der Durchmesser in 1,3 m Höhe (BHD) sowie verschiedene Form- und Qualitätsparameter erhoben. Letztere waren: Schaftform, Neigung Wasserreiser zu bilden, Qualität des Stammstückes (Einteilung in Qualitäten gem. Österreichischen Holzhandels-Usancen). Exemplarisch wurden die Höhen von einigen Bäumen gemessen. Die Datenanalyse erfolgte mit dem Statistikpaket SAS 8.2 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) und auf Grund der geringen Stammzahlen überwiegend deskriptiv.

Für Vergleiche der im Alter von 100 Jahren erhobenen Parameter mit denen aus einem jüngeren Alter des Versuchs wurde auf von CIESLAR (1923) und SCHREIBER (1952) veröffentlichte Herkunftsmittelwerte für ausgewählte Merkmale zurückgegriffen.

Die Mittelhöhen wurden für den jeweiligen mittleren BHD eines Prüfglieds interpoliert. Für die einzelnen Prüfglieder wurden Vorräte nach der einfachen Formel $V = \text{BHD}^2 \cdot \text{Höhe} \cdot 0,0004$ geschätzt und über Stammzahl sowie Parzellengröße auf das Volumen pro Hektar hochgerechnet.

Zur wirtschaftlichen Bewertung des Stammholzes wurde ein konservativer Ansatz gewählt, dem folgende Annahmen zu Grunde liegen: Einheitlich wurde für alle Prüfglieder ein Stammholzanteil von 50 % unterstellt. In Anlehnung an die Relationen zwischen den Güteklassen, die im Jahr 2003 auf dem Holzmarkt notiert wurden, sind folgende Erhöhungs- bzw. Reduktionsfaktoren für die Hochrechnung festgelegt: 1,0 für Stammstücke der Güteklasse B, 2,2 für Stücke der Güteklasse A und 0,5 für jene der Güteklasse C. Aus der Aushaltung der Stammstücke

wurde eine Wertzahl (= $2,2 \cdot A\text{-Anteil} + 1 \cdot B\text{-Anteil} + 0,5 \cdot C\text{-Anteil} [\%]$) für die einzelnen Prüfglieder errechnet. Aus Vorrat, Stammholzanteil und Wertzahl wurde für jedes Prüfglied ein Wert pro Hektar errechnet: Wert pro Hektar = Vorrat * Wertzahl * Stammholzanteil. Zur abschließenden Beurteilung wurden die Werte pro Prüfglied ins Verhältnis zum hochgerechneten Wert der Versuchsfläche gesetzt.

Ergebnisse

Bei der Aufnahme im Sommer 2004 standen noch 152 Eichen auf der Versuchsfläche. Keines der Prüfglieder war gänzlich ausgefallen. Die Anzahl der Bäume je Prüfglied variierte zwischen 1 (186 CZ) und 13 (189 CZ) und betrug im rechnerischen Mittel 7,1. Aufgrund der geringen Stammzahl basieren die folgenden Darstellungen überwiegend auf Mittelwerten und Rangvergleichen.

Wachstum

Der mittlere BHD über alle Herkünfte beträgt im Alter von 100 Jahren 34,9 cm

(100 %) und variiert zwischen 32,0 cm (92 %: 191 YU und 198 S) und 41,9 cm (120 %: 195 HR) (Abb. 2). Die *Q. petraea* (100 A) liegt mit 32,1 cm bei den schwach wüchsigsten Herkünften der *Q. robur*. Zwischen der Anzahl der verbliebenen Bäume und dem mittleren BHD im Alter von 100 Jahren einer Herkunft ist kein Zusammenhang festzustellen ($c=0,26^{ns}$).

Zwischen dem Höhenwachstum im Alter 1 und im Alter 10 traten größere Rangverschiebungen auf, so dass zwischen den Rängen keine gesicherte Korrelation ($c=0,40^{ns}$) bestand. Zwischen den mittleren Höhen im Alter 10 und dem mittleren BHD im Alter von 30 Jahren fallen die Änderungen geringer aus und es besteht eine Korrelation ($c=0,67^{**}$). Zwischen den mittleren Durchmessern im Alter 30 und 100 ist wieder kein Zusammenhang erkennbar ($c=0,30^{ns}$). Abgesehen von einem Prüfglied (198 S), das immer auf den letzten Rängen zu finden ist, treten bei allen anderen Prüfgliedern größere Rangunterschiede auf (LIESEBACH *et al.* 2005).

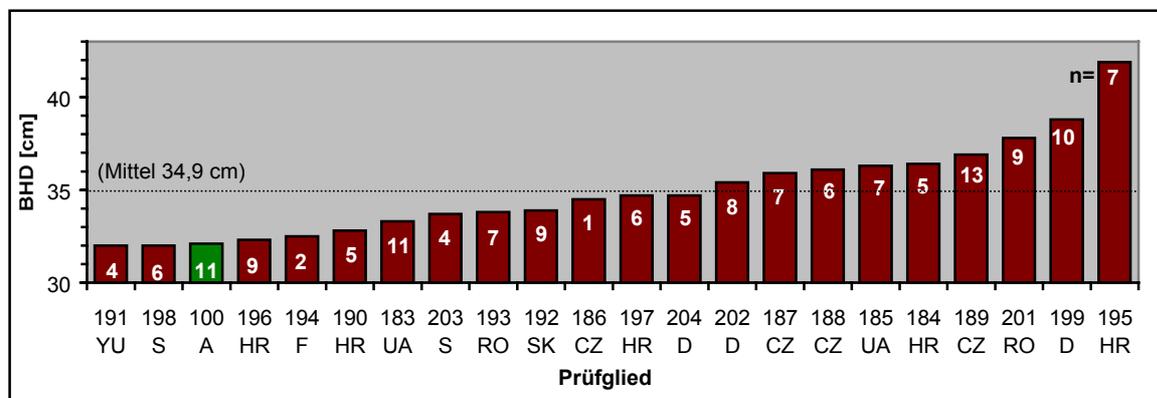


Abb. 2: Mittlerer BHD der 22 Herkünfte (LIESEBACH *et al.* 2005)

Fig. 2: Mean dbh of the 22 provenances

Die mittlere Höhe des Versuchsbestandes liegt bei 24,5 m. Damit beträgt das Höhen-Durchmesserverhältnis 70 im Mittel des Versuchsbestandes (LIESEBACH *et al.* 2005). Zur Vorratsschätzung wurden für die einzelnen Prüfglieder die Höhen interpoliert und die Stammzahlen auf einen Hektar hochgerechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Im Mittel über alle 22 Prüfglieder stockt auf der Versuchsfläche ein Vorrat von 457 Fm/ha.

Form- und Qualitätsparameter

Das Massenwachstum (Volumenleistung) ist ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung einer Baumart. Bei der Eiche sind weitere den betriebswirtschaftlichen Erfolg bestimmende Kriterien die Formeigenschaften Geradschaftigkeit und Astigkeit. Zur Qualitätsbeurteilung wurden zwei Bonituren durchgeführt: Zum einen wurde die Stammform quantifiziert und zum anderen wurden die Stammstücke anhand ihres äußeren Erschei-

nungsbildes, d. h. Ausformung und Astigkeit, ausgehalten. Die Farbe des Holzes und der Anteil des Splintholzes konnten am stehenden Stamm nicht berücksichtigt werden.

Schaffform

Die Bonitur der Stammformen im Alter von 100 Jahren ergab, dass insgesamt 32 Stämme (21 %) als gerade (14 Stämme) bzw. mit

einer leichten Krümmung (17 Stämme) eingestuft wurden und einer in der Zwischenstufe. Mehrere leichte Krümmungen wiesen 38 Bäume (25 %) auf, mittelstarke Krümmungen 45 Bäume (30 %) und starke Krümmungen 37 Bäume (24 %). Die noch vorhandenen Bäume eines Prüfglieds streuen in der Ausprägung der Stammform.

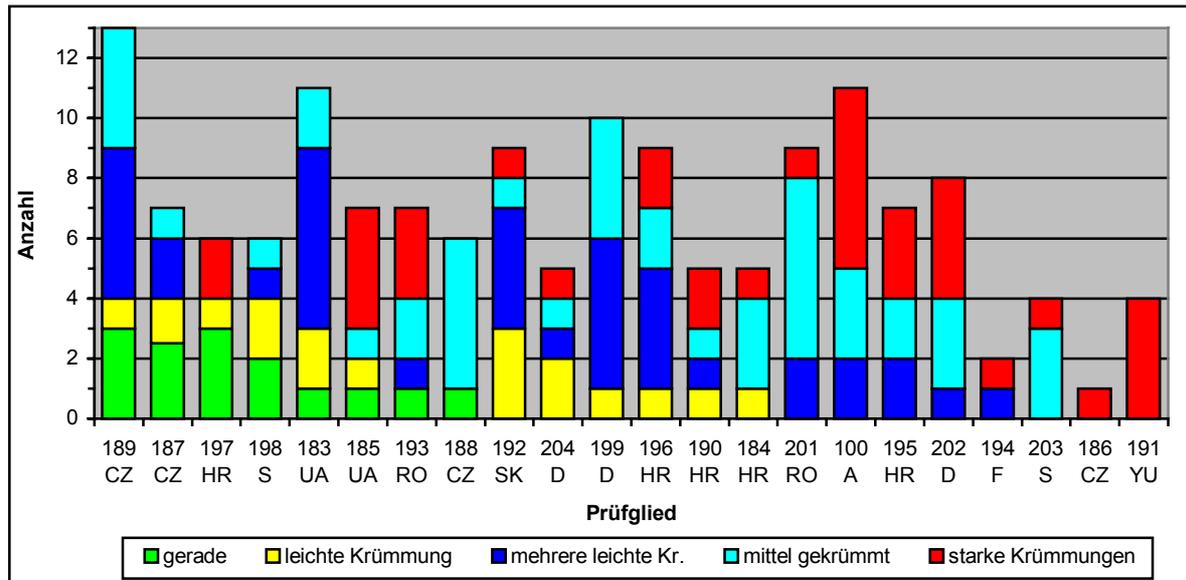


Abb. 3: Ergebnis der Schaffform-Bonitur der 22 Herkünfte im Alter von 100 Jahren (LIESEBACH *et al.* 2005)

Fig. 3: Results of the stem-form assessment of the 22 provenances at age 100



Abb. 4: Prüfglied 191 YU im Alter von 19 (links) (CIESLAR 1923) bzw. 100 Jahren (rechts)

Fig. 4: Provenance 191 YU at age 19 (left) and age 100 (right)

Die Verteilung der Stammformen in den einzelnen Prüfgliedern ist in Abbildung 3 dargestellt. Auffallend ist, dass alle 4 Bäume des jugoslawischen Prüfglieds 191 YU starke Krümmungen aufweisen; dieses Prüfglied fiel bereits im Alter von 19 Jahren durch seine krummen Schäfte auf (Abb. 4). Bei keinem Prüfglied sind nur gerade bzw. Bäume mit einer leichten Krümmung vorhanden. Über die Hälfte der Bäume der Prüfglieder 187 CZ, 197 HR und 198 S haben überwiegend gerade Stämme.

Wasserreiser

Die Neigung zur Bildung von Wasserreisern ist in Abbildung 5 dargestellt. Das Prüfglied 186 CZ wies im Alter von 100 Jahren keine Wasserreiser auf, war aber nur noch mit

einem Baum vertreten. Eine insgesamt geringe Neigung Wasserreiser zu bilden, hatten die Prüfglieder 187 S, 198 CZ, 185 UA, 199 D, 183 UA und 184 HR. Eine hohe Neigung zur Bildung von Wasserreisern weist das schwedische Prüfglied 203 S auf. Von der Traubeneiche (100 A) hatten sich an allen Stämmen Wasserreiser gebildet. Als auffallend hoch beschreibt bereits SCHREIBER (1952) die Neigung dieser Herkunft Wasserreiser zu bilden. Wird die Neigung der Wasserreiserbildung im Alter 100 mit der im Alter von 30 Jahren verglichen, zeigt sich, dass die beiden Erhebungen nicht korreliert sind ($c=0,28^{ns}$).

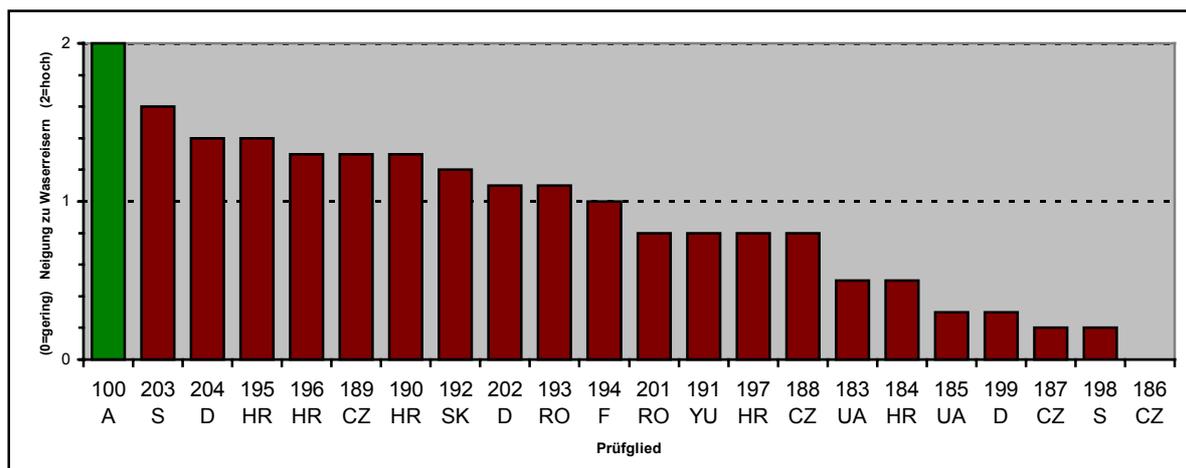


Abb. 5: Neigung zur Bildung von Wasserreisern im Alter von 100 Jahren

Fig. 5: Disposition to epicormic branches at age 100

Qualität des Stammstückes

Eine Einteilung der Stammstücke hinsichtlich einer Qualitätssortierung ergibt das in Abbildung 6 dargestellte Bild. Bei 15 Prüfgliedern wäre ein A-Holzanteil zu erwarten. Dieser beträgt bei zwei Prüfgliedern (197 HR und 199 D) sogar 20 % und bei zwei weiteren (195 HR und 198 S) etwa 15 %. Das Prüfglied 199 D zeichnet sich durch den geringsten C-Holzanteil von weniger als

50 % aus. Bei drei Prüfgliedern (191 YU, 186 CZ und 194 F) lassen sich die Stammstücke nur als C-Qualitäten aushalten. Bei drei weiteren Prüfgliedern, darunter die Nachkommenschaft der *Q. petraea*, beläuft sich der C-Holzanteil auf rund 90 %. Bei den andern Prüfgliedern variiert der C-Holzanteil zwischen 60 % und 80 %.

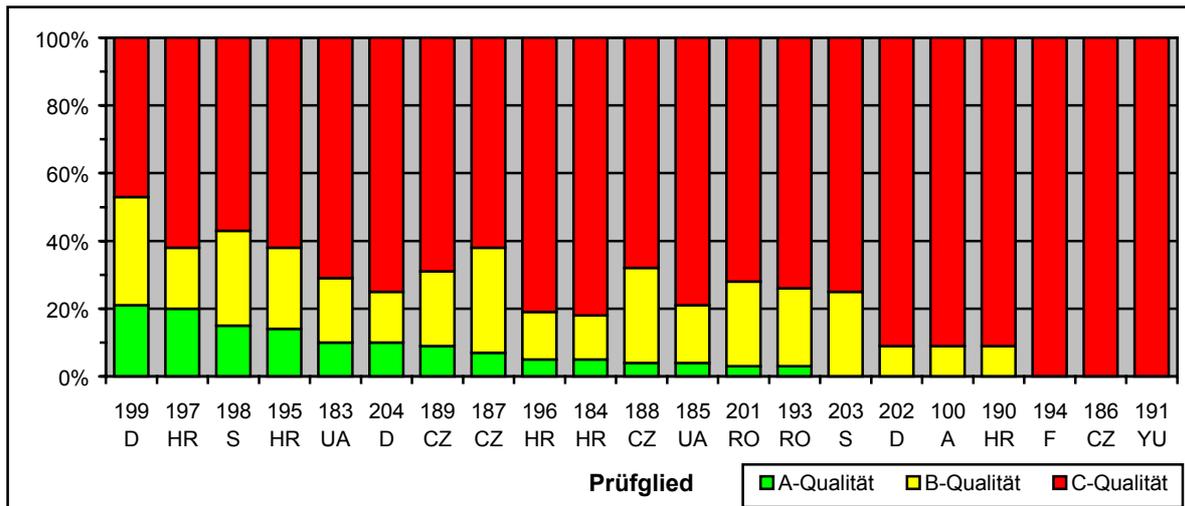


Abb. 6: Ergebnis der Aushaltung der Stammstücke der 22 Nachkommenschaften im Alter von 100 Jahren

Fig. 6: Result of the cutting into length of the trunk wood of the 22 provenances at age 100

Wirtschaftliche Bewertung

Für die Hochrechnung zur Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes des Stammholzes wurde beispielhaft und vereinfachend ein konservativer Ansatz gewählt. Einheitlich wurde für alle Prüfglieder ein Stammholz-

anteil von 50 % unterstellt. Im Vergleich zu B-Qualitäten wurden Stammstücke der Gütekategorie A mit einem Erhöhungsfaktor von 2,2 und C-Qualitäten mit einem Reduktionsfaktor von 0,5 bewertet und je Prüfglied eine Wertzahl errechnet.

Tab. 2: Ertragskundliche Werte und wirtschaftliche Bewertung der Eichen-Prüfglieder
Yield and economic rating of the oak provenances

Abk.	Herkunftsort	BHD [cm]	Höhe [m]	Stammzahl/ha	Vorrat [fm/ha]	Wertzahl	Wert je Hektar*	Wert [%]*
100 A	evtl. Wienerwald	32,1	22,4	550	508	55	14.000	88
183 UA	Franztal bei Czernowitz	33,3	23,3	550	568	77	22.000	137
184 HR	Landstraß in Krain	36,4	25,5	250	338	65	11.000	69
185 UA	Kniazdwór	36,3	25,4	350	469	65	15.000	96
186 CZ	Lundenburg, Turnitz	34,5	24,2	50	58	50	1.500	9
187 CZ	Dom. Neuhaus, Gestütshof	35,9	25,1	350	453	77	17.500	110
188 CZ	Dom. Neuhaus, Fasanengarten	36,1	25,3	300	396	71	14.000	87
189 CZ	Dom. Neuhaus, Magarethen	36,9	25,8	650	913	76	34.500	218
190 HR	Montana in Istrien	32,8	23,0	250	247	55	7.000	42
191 YU	Apatin an der Donau	32,0	22,4	200	184	50	4.500	29
192 SK	Zolyom	33,9	23,7	450	490	69	17.000	106
193 RO	Padurany	33,8	23,7	350	380	67	12.500	80
194 F	Depart. Landes	32,5	22,8	100	96	50	2.500	15
195 HR	Jamina (Slawonien)	41,9	29,3	350	720	86	31.000	195
196 HR	Bosn.-Gradisca	32,3	22,6	450	424	66	14.000	88
197 HR	Lipovljane in Kroatien	34,7	24,3	300	351	103	16.500	103
198 S	Ridö am Mälarsee	32,0	22,4	300	275	90	12.500	78
199 D	Gramschatzer Wald	38,8	27,2	500	819	102	42.000	263
201 RO	Görgeny Szt. Imre	37,8	26,5	450	682	68	23.000	145
202 D	Saarburg bei Trier	35,4	24,8	400	497	55	13.500	86
203 S	Kristianstadlän	33,7	23,6	400	429	63	13.500	85
204 D	Karlsbrunn bei Trier	34,7	24,3	500	585	75	22.000	138
	Versuchsfläche	34,9	24,5	383	457	69	16.000	100

* nur Stammholz

Die Wertzahl der Prüfglieder variiert zwischen 50 bei denen, die nur Stammholz in C-Qualität enthalten, und 103 bei jenen mit einem nennenswerten A-Holzanteil und liegt im Mittel über die gesamte Versuchsfläche bei 69 (Tab. 2). Aus Vorrat und Wertzahl ergeben sich bei einem Stammholzanteil von 50 % Werte je Hektar von durchschnittliche 16.000 (100 %). Diese variieren von 1.500 (186 CZ) bis 42.000 (199 D) bzw. 9 % bis 263 % (Tab. 2 und Abb. 7). Die in Tabelle 2 genannten Werte je Hektar entsprechen ei-

nem absoluten Standardsorten-Erlös von 100 €/fm, der geringer ist als jener, der im Jahr 2003 durchschnittlich erzielt wurde. Das Traubeneichen-Prüfglied liegt mit 88 % im mittleren Bereich (Abb. 7). Zu den Prüfgliedern, deren hochgerechneter wirtschaftlicher Wert deutlich über dem Versuchsflächenmittel liegt, zählen 199 D (263 %), 189 CZ (218 %) und 195 HR (195 %). Die geringsten Werte sind für die Prüfglieder 186 CZ (9 %), 194 F (15 %) 191 YU (29 %) und 190 HR (42 %) geschätzt worden.

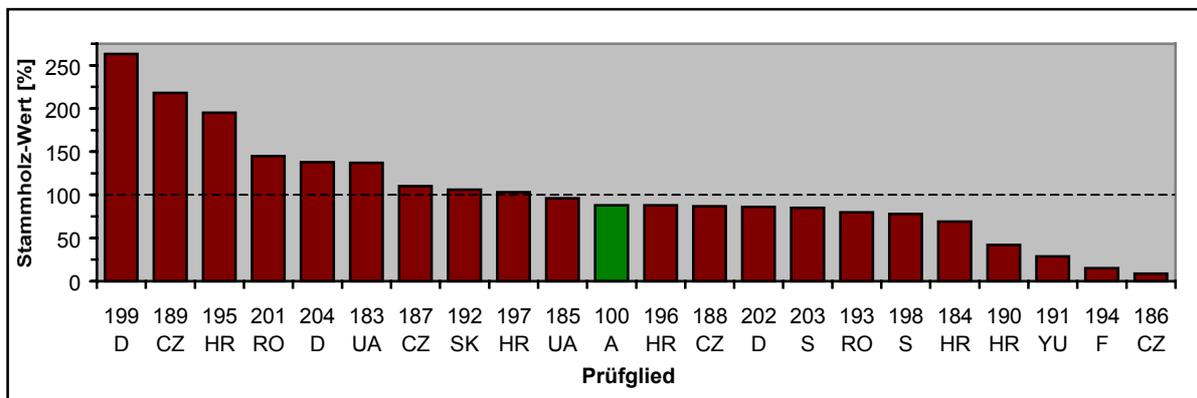


Abb. 7: Relativer Wert des Stammholzes
Fig. 7: Value of the trunk wood

Diskussion

Alte Herkunftsversuche, insbesondere solche mit Laubbaumarten, sind sehr selten. Auch wenn dem CIESLAR'schen Versuch aus statistischer Sicht Wiederholungen fehlen, liefert er wichtige Erkenntnisse, da er mit verhältnismäßig großen Parzellen angelegt wurde. Ein Vorteil ist auch, dass es sich bei den Prüfgliedern um Einzelbaumabsaaten handelt, die eine geringere Variation als Herkunftsabsaaten aufweisen (RAU 2002); somit lassen sich auch mit einer geringeren Stammzahl Aussagen treffen.

Für Österreich ist der CIESLAR'sche Eichenversuch von besonderer Bedeutung, auch wenn er keine österreichischen Herkünfte enthält, da er der älteste und bislang einzige Versuch mit Eiche in Österreich ist.

Im Gegensatz zu anderen Eichenherkunftsversuchen, z. B. dem 50-jährigen Versuch von KRAHL-URBAN bei Hann. Münden (SVOLBA und KLEINSCHMIT 2000), ist im

CIESLAR'schen Versuch kein Prüfglied gänzlich ausgefallen.

Die Auswertung der im Alter von 100 Jahren erhobenen Merkmalen zeigt eine große Variation zwischen den Prüfgliedern (LIESEBACH et al. 2005), wie dies auch in jüngeren Versuchen der Fall ist (z. B. JENSEN 1993; LIEPE 1993). Allein beim Dickenwachstum beläuft sich der Unterschied zwischen dem mattwüchsigsten und dem wüchsigsten Prüfglied auf etwa 30 % bezogen auf das Versuchsmittel. Zwischen einzelnen Prüfgliedern sind die absoluten Unterschiede in den mittleren Höhen bzw. Durchmessern nur gering.

Anders als beim Wachstum, bei dem größere Rangverschiebungen zwischen den Prüfgliedern im Laufe des Versuchszeitraums auftraten, sind Austrieb und Stammform deutlich stärker genetisch bestimmt. Im Alter von 19 Jahren hatte das Prüfglied Lipovljana (197 HR) den höchsten Anteil gerader Stämme (47,4 %). Auch im Alter von 100 Jahren wurden von den noch vorhandenen

sechs Bäumen drei als absolut gerade klassifiziert. Dieses Prüfglied erwies sich auch in weiteren Versuchen auf anderen Standorten als äußerst geradschaftig (OPPERMANN 1932; KRAHL-URBAN 1959). Von dem Prüfglied Apatin an der Donau (191 YU), das bereits im Alter von 19 Jahren durch seine krummen Stämme auffällt (CIESLAR 1923), stehen auch im Alter von 100 Jahren nur krumme Bäume. Diese Versuchsparzelle ist auch ohne Plan im Gelände zu erkennen. Dass zwischen Schaftform und Kronengestalt des Mutterbaumes einerseits und der Wuchsform der Nachkommen andererseits erbliche Beziehungen bestehen, stellt CIESLAR (1923) als wichtige Tatsache seiner Untersuchungen fest. Diesen Zusammenhang beschreibt auch OPPERMANN (1932) für die in den dänischen Versuchen getesteten Nachkommenschaften im Alter von 17 Jahren. Jugend-Alters-Korrelationen von Formeigenschaften ließen sich bislang bei Eiche auf Grund des Fehlens älterer Versuche nicht experimentell bestätigen.

Die für Eiche errechneten Relationen im Abtriebswert fallen in einer Größenordnung aus, wie sie LIESEBACH (1994) für ein Umtriebsalter von 180 Jahren errechnet hat. Seinerzeit stützte sich das unterstellte Wuchspotential und die Qualität auf Erfahrungswerte der niedersächsischen Landesforstverwaltung und jüngere Herkunftsversuche.

Der CIESLAR'sche Eichenversuch zeigt, dass insbesondere Qualitätsmerkmale bereits im jüngeren Alter sicher zu beurteilen sind, während Wachstumsparameter durch Standortparameter, u.a. waldbauliche Behandlung, stärker beeinflusst sind bzw. werden können. Aufgrund seiner Besonderheiten, insbesondere Einzelbaum-Herkünfte, und einer fehlenden geographischen Gruppierung der Prüfglieder sollten aus diesem Versuch jedoch keine Herkunftsempfehlungen abgeleitet werden.

Damit der Wald die an ihn gestellten vielfältigen Anforderungen erbringen kann, ist bei der Bestandesbegründung besonderes Augenmerk auf die Wahl geeigneten Vermehrungsgutes zu richten. Die wirtschaftliche Bedeutung, die die Wahl einer geeig-

neten Eichenherkunft hat, wird u. a. von LIESEBACH (1994) beschrieben. Die Ergebnisse aus Herkunftsversuchen sind eine wichtige Grundlage für die Erstellung von Anbauempfehlungen. Die wenigen im Ausland zur Verfügung stehenden Informationen über österreichische Eichenherkünfte sind auf die forstliche Praxis Österreichs nicht übertragbar.

Um dringend benötigte Erkenntnisse über österreichische Eichenherkünfte zu erhalten und um die Anbaueignung von Herkünften aus dem angrenzenden Ausland zu beurteilen, sind die ersten Arbeiten für die Anlage eines neuen Eichenherkunftsversuchs am Institut für Genetik, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), in Mariabrunn angelaufen (LIESEBACH *et al.* 2006).

Literatur

CIESLAR, A. (1923): Untersuchungen über die wirtschaftliche Bedeutung des Saatgutes der Stieleiche. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien* 49 (4/6): 97-149.

JENSEN, J.S. (1993): Variation of growth in Danish provenance trials with oak (*Quercus robur* L and *Quercus petraea* Mattuschka Liebl). *Ann. Sci. For.* 50, *Suppl. 1*: 203-207.

KRAHL-URBAN, J. (1959): Die Eichen. Parey, Hamburg, Berlin, 288 S.

LIEPE, K. (1993): Growth-chamber trial on frost hardiness and field trial on flushing of sessile oak (*Quercus petraea* Liebl). *Ann. Sci. For.* 50, *Suppl. 1*: 208-214.

LIESEBACH, M. (1994): Umsetzung forstgenetischer Erkenntnisse rechnet sich volks- und betriebswirtschaftlich. *Der Wald*, Berlin 44 (8): 282-284.

LIESEBACH, M., WEIBENBACHER, L., NEBENFÜHR, W. (2005): Ergebnisse aus dem 100-jährigen Herkunftsversuch mit Eiche von Cieslar. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien* 122 (1): 1-18.

LIESEBACH, M., SCHÜLER, S., WEIßENBACHER, L., FRANNER, T., GEBUREK, T. (2006): Anlage eines Herkunftsversuchs mit Eiche in Österreich in Vorbereitung. *ÖFZ* (eingereicht).

OPPERMANN, A. (1932): Egens Traeformer og racer. Forstl. Forsøgsvaes, Dan. XII, 400 S.

RAU, H.-M. (2002): Quantitative and qualitative traits of Hessian pine stands (*Pinus sylvestris* L.) in comparison to material of higher selection degree. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt 134, 133-138.

SCHREIBER, M. (1952): Stieleichenherkunftsversuch im Forstwirtschaftsbezirk

Neuwaldegg der österreichischen Bundesforste. *Österr. Viertelsjahresschr. f. Forstw.* 93/1, 95-103.

SVOLBA, J., KLEINSCHMIT, J. (2000): Herkunftsunterschiede beim Eichensterben. *Forst und Holz* 55 (1): 15-17.

Anschrift der Autoren:

Dr. Mirko Liesebach*, Michael Mengl,
Lambert Weißenbacher
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft
(BFW), Institut für Genetik
Hauptstraße 7, A-1140 Wien
Österreich

* aktuelle Anschrift:

Wilh.-Pieck-Str. 2a
D-15377 Waldsiedersdorf

Genetische Untersuchungen am Douglasien-Naturwaldreservat (NWR) Grünberg in Rheinland-Pfalz^{*)}

Werner D. Maurer

Zusammenfassung

Im Bereich der Kernfläche des Douglasien-Naturwaldreservats (NWR) Grünberg wurden im Herbst 2004 als Vollaufnahme die Genotypen eines jeden einzelnen Baums der Arten Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO), Buche (*Fagus sylvatica* L.), Fichte (*Picea abies* [L.] KARST.) sowie Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) mittels Isoenzym-Genmarkern erhoben. Anhand dieses Datenmaterials wurden die genetischen Strukturen der einzelnen Arten auf dieser Fläche ermittelt und diese bezüglich ihrer Genpoolwerte charakterisiert. Da neben den Genotypen der Einzelbäume auch deren individuelle räumliche Lage bestimmt wurde, wird es zukünftig möglich sein, die zeitliche und räumliche Dynamik genetischer Strukturen im Rahmen eines genetischen Monitorings zu verfolgen. Zudem können Familienstrukturen aufgedeckt werden, die Hinweise über die Weitergabe der genetischen Information an die Folgegenerationen geben. Auf der Grundlage der hier für die verschiedenen Baumarten verwendeten gleichen Genorte wird eine artübergreifende Betrachtung von Zusammenhängen zwischen genetischer Diversität und Artendiversität ermöglicht.

Schlagwörter: Naturwaldreservat, Douglasie, *Pseudotsuga menziesii*, Buche, *Fagus sylvatica*, Fichte, *Picea abies*, Kiefer, *Pinus sylvestris*, genetische Charakterisierung, Isoenzym-Genmarker, genetisches Monitoring, Rheinland-Pfalz

Genetic investigations on the Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) nature forest reserve (NFR) Grünberg in Rhineland-Palatinate.

Abstract

In the core area of the Douglas-fir nature forest reserve Grünberg all individual trees of the species Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO), European beech (*Fagus sylvatica* L.), Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.), and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) were genotyped in fall 2004 by applying isozyme gene markers. By means of these data the genetic structures of the distinct tree species in this area were assessed and characterized for their gene pool values. Since the individual spatial locations of the trees were also measured besides their genotypes, it will be possible in future to analyze the temporal and spatial dynamics of genetic structures in the framework of a genetic monitoring. Additionally kinship (family) structures may be detected giving hints for the transfer of genetic information to the succeeding generations. The identical gene loci applied here for the different tree species will allow to consider inter-species relationships between genetic diversity and species diversity.

Keywords: Nature forest reserve, Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii*, European beech, *Fagus sylvatica*, Norway spruce, *Picea abies*, Scots pine, *Pinus sylvestris*, genetic characterization, isozyme gene markers, genetic monitoring, Rhineland-Palatinate

^{*)} in Zusammenarbeit mit ISOGEN Reckershausen und der FAWF-Abt. Wald- und Wildökologie

1. Einleitung

In Rheinland-Pfalz nimmt die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* MIRB. FRANCO) 7% der Waldfläche ein. Sie stellt damit im Vergleich zu allen anderen Bundesländern das höchste Vorkommen dieses Neophyten dar, der hier als durchaus willkommene Gastbaumart betrachtet wird (MAURER 2005a). Aus forstlicher Sicht sprechen hierfür mehrere gute Gründe: obgleich die Douglasie naturgemäß nicht den ursprünglichen regionalen natürlichen Waldgesellschaften angehört, lässt sie sich doch aufgrund ihrer spezifischen waldbaulichen Eigenschaften wie auch wegen ihres überragenden Wuchspotenzials allen anderen heimischen Baumarten gegenüber leicht in das Konzept der ökologisch orientierten Waldbewirtschaftung integrieren.

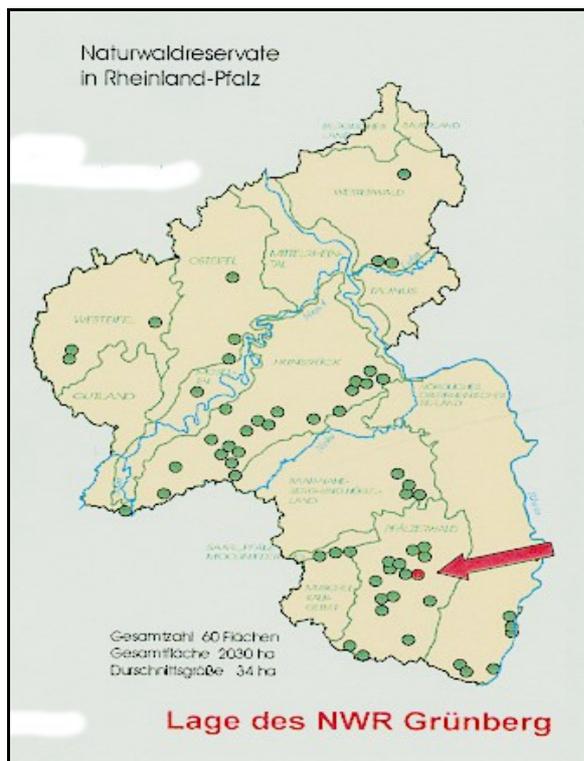


Abb. 1: Naturwaldreservate in Rheinland-Pfalz und Lage des NWR Grünberg (Pfeil)

Fig. 1: Nature forest reserves in Rhineland-Palatinate and location of the NFR Grünberg (arrow)

Bei richtiger Wahl der Herkunft ist sie zudem Garant für außerordentlich stabile Bestände, wie sie auch hohe Ertragsleistungen zu erbringen vermag.

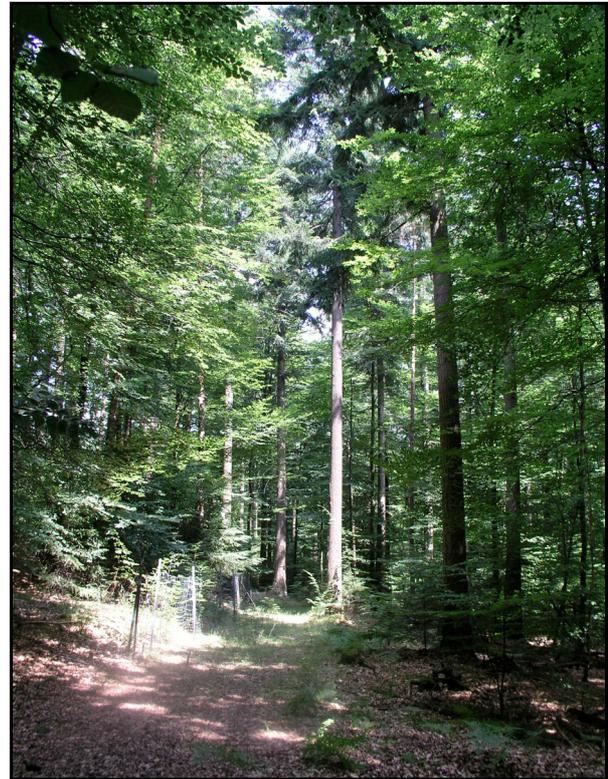


Abb. 2: Einblick in die Kernfläche des NWR Grünberg

Fig. 2: An insight into the core plot of the NFR Grünberg

So verwundert es nicht, dass sich im Netzwerk der derzeit 60 im Lande ausgewiesenen, für die Waldgesellschaften repräsentativen Naturwaldreservate (NWR) mit einer Gesamtfläche von nunmehr um die 2.030 ha auch zwei Flächen befinden, die die Douglasie in ihren Schwerpunkt vorkommen im Pfälzerwald (vgl. Abb. 1) und in der Eifel berücksichtigen (zum vertiefenden Verständnis: NWRs sind ausgewählte Waldflächen, die von jeglicher wirtschaftlichen Nutzung ausgenommen sind, sich in ihrer natürlichen Entwicklung selbst überlassen bleiben und zu so genannten „Urwäldern von morgen“ werden).

Auf diesen beiden Flächen soll die Douglasie hinsichtlich ihrer Konkurrenzstärke gegenüber anderen Baumarten und ihrem Vermögen zur Einnischung in Waldökosysteme längerfristig beobachtet werden (BALCAR, mündliche Mitteilung). Neben den routinemäßig durchgeführten wald- und vegetationskundlichen Untersuchungen wird zudem auch eine Reihe von Spezialuntersuchungen die Floren- und Faunenelemente betreffend vorgenommen.

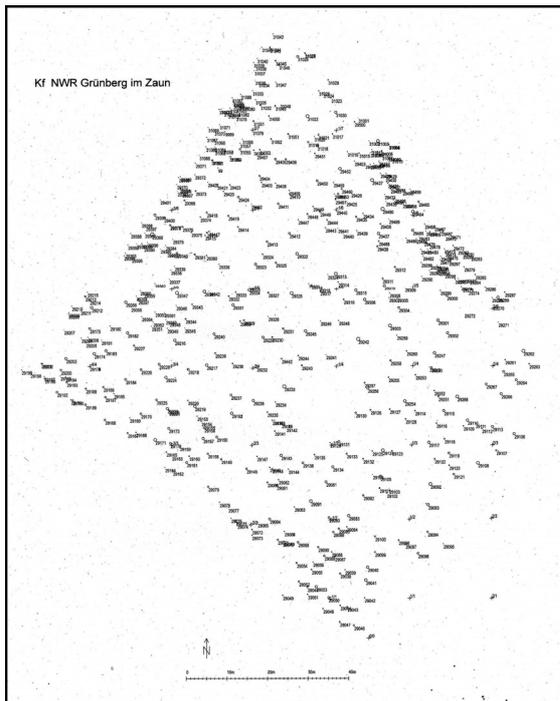


Abb. 3: Verteilung der Altbäume im gezäunten Teil der NWR-Kernfläche

Fig. 3: Locations of the old trees growing within the fenced section of the NFR core plot

Wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung für die Biodiversität in ihrer Gesamtheit finden hierbei auch ausdrücklich genetische Untersuchungen an den in den NWRs stockenden Baumpopulationen Berücksichtigung, wie dies bereits für die Buchen-Fichten-Waldgesellschaft im NWR Himbeerberg im südlichen Hunsrück (Hochwald) erfolgt ist (MAURER *et al.* 2000).

Verankert im rheinland-pfälzischen Landeswaldgesetz von 2000 (ANONYMUS 2000) wird im Teil 5 „Geschützte Waldgebiete“ in §19 „Naturwaldreservate“ für NWRs als zweckdienlich die Sicherung der genetischen Informationen aufgeführt wie auch das Bio-Monitoring (BALCAR & MAURER 2004), welches auch das kürzlich erarbeitete genetische Monitoring beinhaltet (KÄTZEL *et al.* 2005; MAURER 2005b).

Einleitend für das gesamte NWR Grünberg sollen diesbezüglich in einem ersten Schritt neben den im Bereich der Kernfläche stockenden Douglasien auch alle eingemischten Buchen, Fichten und Kiefern unter Verwendung von Isoenzym-Genmarkern genetisch untersucht werden (Abb. 2).

Als Beispiel ist in Abb. 3 die Verteilung aller mit Nummern versehenen Altbäume innerhalb des gezäunten Bereichs der NWR-Kernfläche dargestellt.

Untersuchungsziel ist die genotypische Identifizierung aller Altbäume sowie die genetische Charakterisierung der in diesem Bereich des NWR Grünberg stockenden Baumartenpopulationen von Douglasie, Buche, Kiefer und Fichte.

Zudem soll eine Bestimmung der Rassenzugehörigkeit der im NWR stockenden Douglasien – nämlich Küstenrasse, Inlandsrasse oder Mischung von beiden – vorgenommen werden (vgl. hierzu LEINEMANN & MAURER 1999).

2 Material und Methoden

2.1 Kenndaten NWR Grünberg

Wuchsgebiet / Wuchsbezirk:

Pfälzerwald / Mittlerer Pfälzerwald

Waldort:

Abt. XVII, Forstrevier Schafhof im Forstamt Johanniskreuz

Geologie:

Rehberg- und Trifelsschichten des Mittleren Buntsandsteins

Höhenlage: 210-420 m

Standort:

frische arme Sande der Rehberg- und Trifelsschichten

Niederschläge: 750-900 mmJ

natürliche Waldgesellschaft:

Luzulo-Fagetum

Baumartenzusammensetzung:

38% Kiefer, 28% Douglasie, 19% Buche, 11% Fichte u.a.

Alter: 1-115 Jahre

NWR-Gesamtflächengröße: 65,4 ha;

NWR-Ausweisung: 2001

NWR-Kernfläche: Abt. XVII 4d¹

NWR-Kernflächengröße:

ca. 2 ha, hälftig gezäunt zwecks Beobachtung des Wildeinflusses

Bestand:

Buchen-Kiefern-Douglasien-Mischbestand (mit Fichte, Lärche, Thuja)

Baumartenzusammensetzung

Altbestand: (ca. 95 Jahre) mit

38% Buche, 35% Kiefer, 23% Douglasie, Rest überwiegend Fichte

Naturverjüngung: (bis ca. 25 Jahre) mit

Douglasie, Buche, Fichte, Lärche

spezifische Zielsetzung für das NWR Grünberg:

Beobachtung des ungesteuerten ökosystemaren Anpassungsverhaltens der Douglasie in Mischung mit anderen Baumarten, insbesondere der Buche.

2.2 Untersuchungsmaterial

Probenahme:

im Spätherbst 2004 durch die Fa. ISOGEN Reckershausen

Untersuchungsmaterial:

Nadel- bzw. Blattruheknospen von allen Bäumen über Derbholzgrenze

Baumzahl:

436 Douglasien, 328 Buchen, 72 Kiefern, 40 Fichten

2.3 Isoenzym-Genmarker und Stärkegelelektrophorese

Die per Stärkegelelektrophorese analysierten Enzymsysteme mit den für die entsprechende Baumart Douglasie (Dou), Buche (Bu) Fichte (Fi) und Kiefer (Ki) bewerteten Genorten sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Analysierte Isoenzym-Genmarker
Analyzed isozyme gene markers

Enzymsystem	Genort	untersucht an Baumart
Leucinaminopeptidase LAP (EC 3.4.11.1)	LAP-A LAP-B	Dou, Bu Dou, Fi, Ki
Glutamat-Oxalacetat- Transaminase GOT (EC 2.6.1.1)	GOT-A GOT-B GOT-C	Dou, Bu, Fi, Ki Dou, Bu, Fi, Ki Dou, Fi, Ki
Malat-Dehydrogenase MDH (EC 1.1.1.37)	MDH-A MDH-B MDH-C	Ki Dou, Bu, Fi, Ki Dou, Bu, Ki
6-Phosphogluconat- Dehydrogenase, 6-PGDH (EC 1.1.1.44)	6-PGDH-A 6-PGDH-B 6-PGDH-C	Dou, Bu, Ki Fi Fi
Isocitrat-Dehydrogenase IDH (EC 1.1.1.42)	IDH-A IDH-B	Dou, Fi, Ki Bu, Fi
Phosphoglucomutase PGM (EC 2.7.5.1)	PGM-A PGM-B	Dou, Bu, Fi, Ki Dou, Fi, Ki

Die Laborarbeiten wurden von der Fa. ISOGEN Reckershausen durchgeführt, ebenso wie die Evaluierung der Zymogramme sowie des genetischen Datenmaterials (ISOGEN 2004).

Detaillierte Informationen zur Methodik der stärkegelelektrophoretischen Trennung von Isoenzymen der vier untersuchten Baumarten

ten sowie der Auswertung der erstellten Zy-mogramme finden sich bei der Homepage der Bund-Länder-Arbeitsgruppe (BLAG) „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ unter der Adresse: <http://www.genres.de/frgdeu/iso-handbuecher/index.html>

2.4 Populationsstatistische Parameter und Berechnungen

Die verwendeten populationsstatistischen Maße sind bei HATTEMER *et al.* (1993) abgeleitet und erklärt. Alle hierfür vorgenommenen Berechnungen erfolgten mit dem GSED-Programm von GILLET (1994).

3 Vorläufige Ergebnisse und Diskussion

3.1 Douglasienrasse im NWR Grünberg

Für die Rassenzuordnung von Douglasienpopulationen ist der Genort 6-PDGH-A von maßgeblicher Bedeutung (LEINEMANN 1998). Hierbei weisen die Allele A3 und A6 mit ihren jeweiligen Häufigkeitsverteilungen innerhalb der geprüften Population auf die Zugehörigkeit zur Küstenrasse oder zur Inlandsrasse hin (vgl. hierzu MAURER *et al.* 2003).

Wie in der Abb. 4 ersichtlich, hat das Allel A3 eine Häufigkeit von über 90%, wohingegen das Allel A6 mit weniger als 5% vertreten ist (schwarze Pfeile). Damit identifiziert die genetische Untersuchung die in der Kernfläche des NWR Grünberg stockenden Douglasien als eindeutig der Küstenrasse zugehörig.

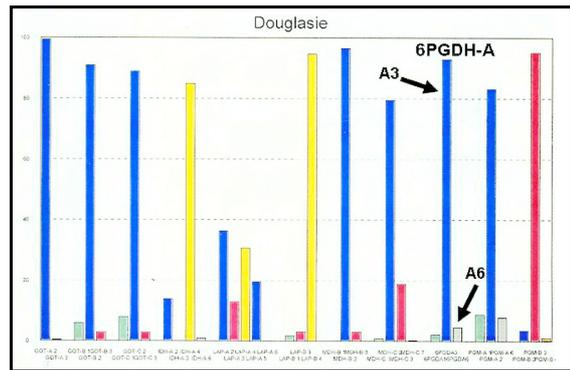


Abb. 4: Relative Allelhäufigkeiten [%] der in der Douglasienpopulation der NWR-Kernfläche analysierten Isoenzym-Genmarker

Fig. 4: Relative allele frequencies [%] of the isozyme gene markers analyzed in the Douglas-fir population of the NFR core plot

Folglich ist die Funktion des NWR Grünberg hinsichtlich einer langfristigen Sicherung der Genressourcen einer für den Anbau im Pfälzerwald geeigneten, da angepassten Douglasienherkunft verifiziert.

3.2 Genetische Strukturen aller Baumpopulationen im NWR Grünberg

In den vier Abbildungen 4-7 sind für die jeweilige Baumart Douglasie, Buche, Kiefer und Fichte die bei der Isoenzymanalyse ermittelten genetischen Strukturen als relative Allelhäufigkeiten in Form von Balkendiagrammen dargestellt.

Wie bereits zuvor für die Douglasienpopulation erläutert, ist diese der Küstenrasse zuzuordnen (vgl. Abb. 4).

Die in Abb. 5 für die Buchen gezeigte Darstellung weist keine Besonderheit auf und ist typisch für deutsche Buchenpopulationen (vgl. hierzu auch KONNERT *et al.* (2000).

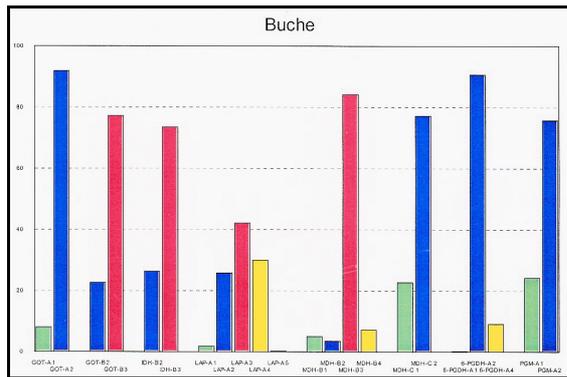


Abb. 5: Relative Allelhäufigkeiten [%] der in der Buchenpopulation der NWR-Kernfläche analysierten Isoenzym-Genmarker

Fig. 5: Relative allele frequencies [%] of the isozyme gene markers analyzed in the beech population of the NFR core plot

Auch bei den in Abb. 6 dargestellten genetischen Strukturen der Kiefernpopulation lassen sich keine Besonderheiten nachweisen (vgl. hierzu auch MAURER & TABEL 1999).

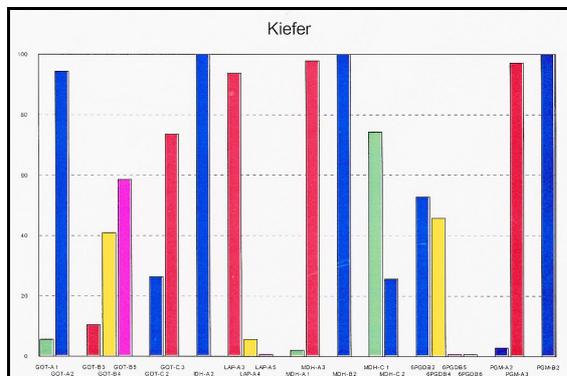


Abb. 6: Relative Allelhäufigkeiten [%] der in der Kiefernpopulation der NWR-Kernfläche analysierten Isoenzym-Genmarker

Fig. 6: Relative allele frequencies [%] of the isozyme gene markers analyzed in the Scots pine population of the NFR core plot

Gleichfalls weisen die genetischen Strukturen der in Abb. 7 dargestellten Fichtenpopulation die für deutsche Fichtenbestände typischen Merkmale auf.

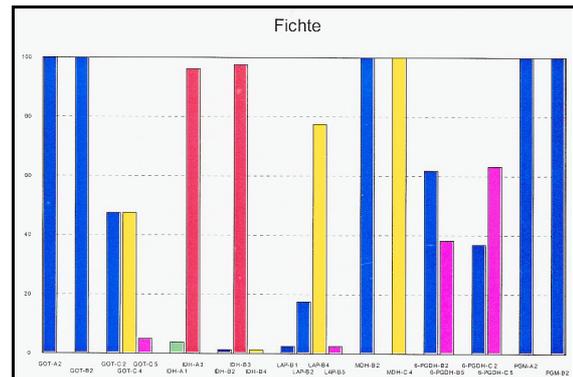


Abb. 7: Relative Allelhäufigkeiten [%] der in der Fichtenpopulation der NWR-Kernfläche analysierten Isoenzym-Genmarker

Fig. 7: Relative allele frequencies [%] of the isozyme gene markers analyzed in the Norway spruce population of the NFR core plot

In der nachstehenden Tab. 2 sind die vier untersuchten Baumartenvorkommen mittels der Genpoolwerte für die aufgeführten Parameter charakterisiert.

Genetische Studien über die Verbreitungsgebiete der hier untersuchten vier Baumarten weisen in der Regel ähnliche Werte wie im NWR Grünberg vorgefunden auf.

Tab. 2: Charakteristische Genpoolwerte für die vier untersuchten Baumartenvorkommen im NWR Grünberg
Characteristic genepool values as determined for the four tree species populations studied in the NFR Grünberg

	Douglasie	Buche	Fichte	Kiefer
Anzahl Bäume <i>n</i>	436	328	40	72
Genpool-Diversität	1,272	1,517	1,197	1,279
Hypothetisch-gametische Multilocus-Diversität	22,69	36,28	13,98	18,21
Gesamtdifferenzierung	0,214	0,341	0,166	0,220
Heterozygotenanteil (%)	20,3	34,5	15	21,8
Durchschnittliche Anzahl von Allelen pro Locus	3,2	2,6	1,8	2,1

Im Vergleich zeigt die Buche für die meisten dieser Parameter erwartungsgemäß die höchsten Werte. Dies lässt sich mit dem

grundsätzlichen Unterschied zwischen Laub- und Nadelbaumarten erklären, da im Allgemeinen natürlich entstandene Laubbaumpopulationen eine höhere genetische Variabilität zeigen.

Unter den Koniferen ist die Douglasie genetisch am variabelsten, was sich, wie in Tab. 2 dargestellt, auch in dem hohen Wert bezüglich der durchschnittlichen Anzahl von Allelen pro Genort widerspiegelt. Im NWR Grünberg weist die dort stockende Douglasienpopulation sogar einen höheren Wert als die Buchenpopulation auf.

5 Ausblick

Mit der isoenzymatischen Identifizierung aller Altbäume in der Kernfläche wurde im Spätjahr 2004 die genetische Charakterisierung des NWR Grünberg eingeleitet. Es ist vorgesehen, diese Grundaufnahme mit der genetischen Charakterisierung der dort vorhandenen Naturverjüngungsinseln nach und nach stichprobenartig weiterzuführen.

Die eingemessenen Bäume gestatten zudem das Erkennen von Familienstrukturen sowie die spezifische Weitergabe genetischer Informationen an die entstehenden Nachkommenschaften.

Ferner wird auf dieser Grundlage ein genetisches Monitoring vorgenommen werden können, das hinsichtlich der weiteren Entwicklungsdynamik einer nichtheimischen, neu eingebürgerten Baumart wie der Douglasie von besonderem Interesse für Wissenschaft und Praxis ist.

Darüber hinaus erlaubt die Verwendung von Genorten, die über die vier Baumarten vergleichbar sind, eine artübergreifende Betrachtung von Zusammenhängen zwischen genetischer Diversität und Artendiversität in gemischten Waldökosystemen (HOSIUS *et al.* 2001).

Danksagung

Der Autor bedankt sich insbesondere bei der Fa. ISOGEN Reckershausen (Dr. Bernhard Hosius & Dr. Ludger Leinemann) für die im Rahmen eines Werkvertrags durchgeführte Probenahme im NWR Grünberg zu eisigkalten Zeiten und für die Durchführung der Laborarbeiten hinsichtlich der isoenzymatischen Untersuchung des umfangreichen Pflanzenmaterials.

Sein Dank gilt weiterhin der FAWF-Abteilung „Wald- und Wildökologie“, welche dem Autor das NWR Grünberg problem- und klaglos als „genetische Spielwiese mit wissenschaftlicher Spielanleitung“ zur Verfügung stellte (Dr. Patricia Balcar) und dem zudem sowohl Unterstützung vor Ort (Silke Schumacher-Schmidt) als auch bei spezifischen Aspekten der Datenbearbeitung (Thomas Huber) gewährt wurde.

Und last but not least Dank all jenen ungenannten fleißigen Händen und hellen Köpfen, die auf irgendeine Weise bei der Erstellung des Posters sowie des vorliegenden Texts mitgeholfen haben.

Literatur

ANONYMUS (2000): Landeswaldgesetz (LWaldG) Rheinland-Pfalz vom 30. November 2000 (z.B. <http://www.wald-rlp.de>).

BALCAR, P. & MAURER, W.D. (2004): Möglichkeiten der Generhaltung und genetisches Monitoring in Naturwaldreservaten. *In*: Zwei Jahrzehnte Genressourcen-Forschung in Rheinland-Pfalz. Mitteilungen aus der FAWF Rheinland-Pfalz, Nr. 52/04, S.177-183.

GILLET, E. (1994): Genetic structures from electrophoresis data – GSED computer program, User's Manual, 49 pages.

HATTEMER, H.H.; BERGMANN, F. & ZIEHE, M. (1993): Einführung in die Genetik für

Studierende der Forstwissenschaft. 2. Auflage, J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt/Main.

HOSIUS, B.; LEINEMANN, L.; BERGMANN, F.; MAURER, W.; TABEL, U. & EDER, W. (2001): Artendiversität und genetische Diversität: besteht ein Zusammenhang? *Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung* 172 (5/6): 87-91.

ISOGEN (2004): Isoenzymatische Untersuchung der Altbäume von Douglasie, Buche, Fichte und Kiefer im Bereich der Kernfläche des Naturwaldreservats Grünberg (FA Johanniskreuz) zwecks genetischer Charakterisierung dieser Baumpopulationen. Interner Abschlussbericht Dezember 2004, 14 Seiten + 19 Seiten Tabellenanhang.

KÄTZEL, R.; MAURER, W.D.; KONNERT, M. & SCHOLZ, F. (2005): Genetisches Monitoring in Wäldern. *Forst und Holz* 60 (5): 179-183.

KONNERT, M.; ZIEHE, M.; TRÖBER, U.; MAURER, W.; JANSSEN, A.; SANDER, T.; HUSSENDÖRFER, E. & HERTEL, H. (2000): Genetische Variation der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Deutschland: Gemeinsame Auswertung genetischer Inventuren über verschiedene Bundesländer. *Forst und Holz*, 55 (13): 403-408.

LEINEMANN, L. (1998): Genetische Untersuchungen an Rassen der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO) am Beispiel gesunder und geschädigter Bestände. Göttinger Forstgenetische Berichte, Band Nr. 23, 140 Seiten + XI Seiten Anhang.

LEINEMANN, L. & MAURER, W.D. (1999): Bedeutung von Isoenzymgenmarkern für den Anbau der Douglasie. *AFZ/Der Wald* 54 (5): 242-243.

MAURER, W.D. (2005a): Genetisches Langzeitmonitoring im Wald unter Berücksichtigung von *In-situ-* und *Ex-situ-*Erhaltungsmaßnahmen. In: Analyse und Bewertung der

genetischen Vielfalt in der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft zur Ableitung von Entscheidungskriterien für Erhaltungsmaßnahmen (F. BEGEMANN & S. SCHRÖDER, Hrsg.). ZADI-Schriften zu genetischen Ressourcen, Band 24: S.82-90.

MAURER, W.D. (2005b): Ergebnisse genetischer Untersuchungen an Vorkommen der Douglasie in Rheinland-Pfalz. In: Zum Anbau und Wachstum der Douglasie. Mitteilungen aus der FAWF Rheinland-Pfalz, Nr. 55/05: S.165-196.

MAURER, W.D.; SCHMITT, H.P.; ARENHÖVEL, W.; BERGMANN, F. HOSIUS, B. & LEINEMANN, L. (2003): Unterscheidung zwischen der Küsten- und der Inlands-Douglasie anhand genetischer Merkmale. *AFZ/Der Wald* 58 (25): 1290-1293.

MAURER, W.D.; TABEL, U.; HOSIUS, B. & LEINEMANN, L. (2000): Einleitung eines genetischen Langzeitmonitorings in Rheinland-Pfalz am Beispiel der Buche (*Fagus sylvatica*). In: Nachhaltige Nutzung forstgenetischer Ressourcen (LAF PIRNA-GRAUPA, Hrsg.), S.132-144.

MAURER, W.D. & TABEL, U. (1999): Genetische Untersuchungen zur Herkunftsfrage der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) in der Pfalz – unter besonderer Berücksichtigung der wuchsschwachen Bestände am Haardtrand. In: Erhaltung und Nutzung genetischer Ressourcen für den naturnahen Waldbau - Betriebswirtschaft und/oder Naturschutz (N. KOHLSTOCK, TH. STAUBER & I. ZASPEL, Redaktion), S.260-277.

Anschrift des Autors:

Dr. Werner D. Maurer
SGD Süd, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) Rheinland-Pfalz, Abt. Genressourcen und Forstpflanzenerzeugung, Schloss, 67705 Trippstadt

Genetischer Fingerabdruck zur Qualitätssicherung von silvaSELECT-Klonmischungen

A. Meier-Dinkel, W. Steiner, O. Artes, B. Hosius, L. Leinemann



Genetischer Fingerabdruck zur Qualitätssicherung von silvaSELECT-Klonmischungen

Autoren:

A. Meier Dinkel*, W. Steiner**, O. Artes**, B. Hosius**, L. Leinemann**

*Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung C – Waldgenressourcen, Prof.-Oelkers-Strasse 6, D-34346 Hamm, Münden.
 **ISOGEN am Institut für Forstgenetik, Büdingenweg 2, 37077 Göttingen.

Einleitung

Beim Anbau der Vogelkirsche (*Prunus avium*) zur Produktion hochwertiger Sortimente für Furniere und Massivholzmöbel spielt die Wachstumsform der Bäume eine entscheidende Rolle. Die höchsten Preise werden mit gradschäftigen, feinstämmigen Bäumen erzielt. Das übliche, zur Zeit am Markt verfügbare Pflanzgut der Vogelkirsche aus Bestandesabsätzen oder aus Samenplantagen enthält in der Regel nur einen geringen Anteil Bäume mit einem Potential für eine sehr gute Stammform, die einen hohen Erlös erwarten lassen. Eine viel versprechende Alternative sind daher vegetative Nachkommen qualitativ selektierter Elternbäume. Diese Pflanzen werden als Klonmischungen vermarktet. Für das Qualitätsmanagement dieser Klonmischungen sind Untersuchungen auf der Grundlage genetischer Fingerprints vorgesehen. Dabei wird das Ziel verfolgt, die Identität bzw. die Herkunft der einzelnen Klone an jeder Stelle des Produktionsprozesses prüfen zu können.

Material und Methoden

Material

Zur Analyse wurden insgesamt 80 Blattproben untersucht. Die Bezeichnung der Proben ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Drei der Proben (A, B und C) wurden als Testmaterial beigefügt, um die Güte der Klon-Zuordnung beziehungsweise Klon-Unterscheidung auf der Grundlage von SSR-Fingerprints zu beurteilen. Der Ursprung des Materials war ISOGEN nicht bekannt.

Tabelle 1: Proben- und Klonnummern des Untersuchungsmaterials

1	58-1	21	58-23	41	134-6	61	134-28
2	58-2	22	58-24	42	134-7	62	134-29
3	58-3	23	58-25	43	134-8	63	134-30
4	58-5	24	58-26	44	134-9	64	134-31
5	58-6	25	58-27	45	134-10	65	134-32
6	58-7	26	58-28	46	134-12	66	134-33
7	58-8	27	58-29	47	134-13	67	134-34
8	58-9	28	58-30	48	134-14	68	134-35
9	58-10	29	58-31	49	134-15	69	134-36
10	58-11	30	58-32	50	134-17	70	134-39
11	58-12	31	58-33	51	134-18	71	134-40
12	58-14	32	58-34	52	134-19	72	134-41
13	58-15	33	58-35	53	134-20	73	134-42
14	58-16	34	58-36	54	134-21	74	134-43
15	58-17	35	58-37	55	134-22	75	134-44
16	58-18	36	58-38	56	134-23	76	134-45
17	58-19	37	134-1	57	134-24	77	134-46
18	58-20	38	134-2	58	134-25	78	A
19	58-21	39	134-4	59	134-26	79	B
20	58-22	40	134-5	60	134-27	80	C

Ergebnisse

An den hier untersuchten sechs Mikrosatelliten-Genorten wurden insgesamt 54 Allele beobachtet und damit im Durchschnitt 9 Allele pro Genort. Die Anzahl der möglichen Kombinationen (N_{KG}) pro Genort kann wie folgt ermittelt werden:

$$N_{KG} = n \cdot (n+1) / 2$$

n = Anzahl Allele pro Genort

Das ergibt eine Anzahl von 45 möglichen Genotypen pro SSR-Genort. Eine Maximal-Schätzung der potentiell möglichen Multilocus-Genotypen ergibt über 8 Milliarden mögliche Kombinationen. Für die tatsächliche Effektivität der Klonunterscheidung ist aber auch die Häufigkeit der einzelnen Allelvarianten von Bedeutung. In der Praxis könnten damit deutlich weniger Genotypen gebildet werden, so dass die Wahrscheinlichkeit einer unzweifelhaften Unterscheidung einzelner Typen reduziert wird. Die Untersuchungen führten zu klaren und eindeutigen Ergebnissen (s. Abbildung 2).

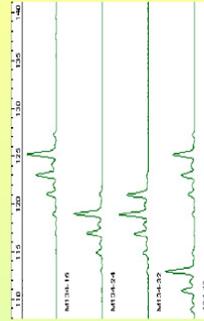


Abbildung 2: Fragmentlängenbestimmung mit ABI 3100 und Genotyper-Software

Die Resultate der Untersuchung sind in Tabelle 2 auszuweisen aufgeführt. In der Spalte links stehen die Bezeichnungen der Klone. Die Fragmentlängen (Genotypen) der einzelnen SSR-Genorte sind daneben aufgeführt.

Methoden

Als DNS-Fingerprintsverfahren wurden in der vorliegenden Studie nSSR (nuclear Simple Sequence Repeats) oder Mikrosatelliten genutzt. Die Variabilität dieser nicht-kodierenden und kodonimanten DNS-Sequenzen ergibt sich aus der Anzahl sich wiederholender Einheiten (2-6 Nukleotide lang), die als Längervariation der via PCR amplifizierten DNS detektiert werden. Als Primer werden 20-30mer Oligo-Nukleotide eingesetzt, die sich in den flankierenden Regionen der sich wiederholenden Sequenz-Einheiten befinden. Im Vergleich zu Isoenzym-Marker-Genorten weisen nSSR Marker-Genorte eine größere Anzahl von Allelen auf.

Da für die Erstellung der Fingerprints Bereiche der genomischen DNS untersucht wurden, die im Zellkern lokalisiert sind, folgt daraus, dass der Genotyp an einem SSR-Genort von jeweils zwei Erbanlagen gebildet wird. Diese Erbanlagen werden im Zuge der Analyse mit einem automatischen Sequenzierer (ABI 3100) durch ihre Fragmentlänge charakterisiert. Die Fragmentlänge bezeichnet die Anzahl der Basenpaare (bp), aus denen sich die untersuchten Teilstücke der DNA zusammensetzen. An einem Genort können damit Kombinationen von jeweils zwei Fragmenten bestimmter Länge auftreten. Diese Fragmente können gleiche oder unterschiedliche Länge besitzen. Die Anzahl der möglichen Kombinationen an jedem der untersuchten SSR-Genorte wird von der Anzahl der Fragmente unterschiedlicher Länge (den unterschiedlichen Allelen) bestimmt. Aus der Kombination verschiedener SSR-Genorte resultiert eine hohe Anzahl möglicher Multilocus-Genotypen, die in einer Datenbank erfasst werden und als Grundlage der eindeutigen genetischen Charakterisierung der silvaSELECT-Klone genutzt dienen. Der Ablauf ist in der Abbildung 1 dargestellt.

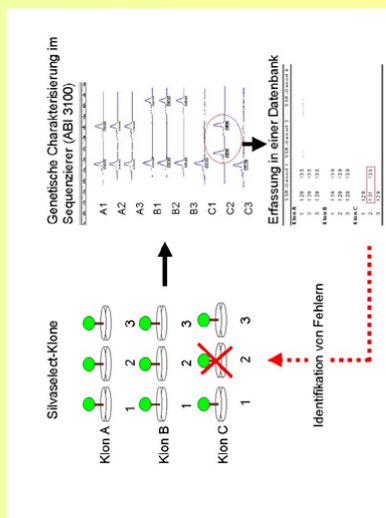


Abbildung 1: Ablauf der Untersuchungen

Die Extraktion der DNS erfolgte mit dem DNeasy-Kit der Fa. Qiagen. Die Amplifikation erfolgte mit dem Thermocycler PTC-100 der Fa. MJ Research; dabei wurden insgesamt sechs farbmarkierte SSR-Primer verwendet (UDP96-005, Cipriani *et al.* 1999; UDP96-021, UDP96-410, Testolin *et al.* 2000; BPCT-034, BPCT-040, Drievanger *et al.* 2002). Für die Farbmarkierung wurden zwei Farbstoffe HEX (grün) und FAM (blau) genutzt. Die Bestimmung der Fragmentlängen erfolgte mit dem ABI 3100 Sequenzier im Multiplexverfahren indem jeweils ein blau und ein gelb markierter Primer parallel untersucht wurden. Die Ergebnisse wurden mit der Software GenScan und Genotyper von Applied Biosystems analysiert.

Tabelle 2: Multilocus-Genotypen der einzelnen Klone im silvaSELECT-Klonegemisch. Insgesamt wurden sechs Mikrosatelliten (SSR-Genorte) analysiert.

Klon-Nr.	SSR-Genort					
	prunus005	prunus021	prunus034	prunus040	prunus410	prunus412
134-36	116 138 99 114	224 244 126 141	122 130 113			
134-39	116 120 114	226	126 138 122 128 113 121			
134-40	128 136 110	224	244 130 141 128 130 121			
134-41	116 120 101 110	226 240 126 130 122 132 119 125				
134-42	116 136 99 114	222 226 130 141 128 130 113 121				
134-43	116 136 101 110	224	126 132 132 139 123 125			
134-44	116 136 99 110	226 230 130 132 122	119 123			
134-45	120 136 114	244 258 130	122 130 119			

Bereits auf der Grundlage von drei Genorten waren nur 5 von 80 Proben zu jeweils einer anderen Probe identisch. Darin waren die Proben A, B und C enthalten. Durch Analyse eines weiteren Genortes wurden bis auf drei Proben, alle Anderen eindeutig bestimmt. Die Proben A, B und C zeigten nach wie vor identische Genotypen zu jeweils einem anderen Klon. Dieses Ergebnis wurde auch nach Untersuchung aller sechs Genorte bestätigt. Das Ergebnis ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Multilocus-Genotypen von Proben unbekannter Herkunft (A, B und C) in Übereinstimmung mit den Proben der Klone M58-21, M58-53 und M134-28.

	Fragmentlängen					
	005	021	034	040	410	412
A	126 136 110	232 234 124 130 128	113 119			
M58-21	126 136 110	232 234 124 130 128	113 119			
B	110 136 99	224	132 138 122 130 119 125			
M58-33	110 136 99	224	132 138 122 130 119 125			
C	116 136 99 110	222 226 126 128 123 125				
M134-28	116 136 99 110	222 226 126 128 123 125				

Zusammenfassung

Mit Hilfe von DNS-Fingerprints-Techniken (nSSRs) konnten die Genotypen der silvaSELECT-Klone eindeutig charakterisiert werden. Die Möglichkeit der eindeutigen Zuordnung von Material unbekannter Ursprungs konnte anhand von Testproben nachgewiesen werden. Damit legt die vorliegende Untersuchung die Grundlage für die Qualitätssicherung beim Vertrieb eines silvaSELECT-Klonegemisches.

Literatur

- Cipriani, G., Lot, G., Huang, W.G., Marazzo, M.T., Petenburger, E. and Testolin, R. 1999. AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach (*Prunus persica* L. Batsch): isolation, characterisation and cross-species amplification in *Prunus*. *Theoretical and Applied Genetics* 99 (1-2): 65-72.
- Testolin, R., Marazzo, T., Cipriani, G., Quarta, R., Verde, I., Dettori, M.T., Pancaldi, M. and Santavirta, S. 2000. Microsatellite DNA in peach (*Prunus persica* L. Batsch) and its use in fingerprinting and testing the genetic origin of cultivars. *Genome* 43 (3): 612-620.
- Drievanger, E., Coisson, P., Tavard, M., Aranzana, M.J., Polatz, C., Zanetto, A., Aus, P. and Laget, F. 2002. Development of microsatellite markers for peach (*Prunus persica* L.) and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 106 (1): 127-138.

Genetische Überprüfung der Identität von Baumschulpflanzen

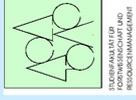
Gerhard Müller-Starck und Eliane Röschter



Genetische Überprüfung der Identität von Baumschulpflanzen

G. Müller-Starck und E. Röschter

Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Fachgebiet Forstgenetik, Am Hochanger 13, D-85354 Freising



Einleitung

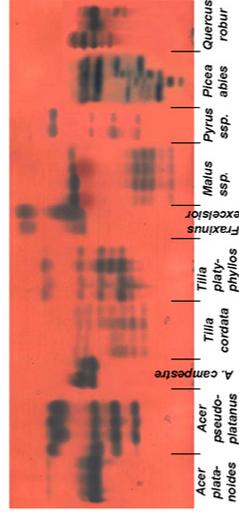
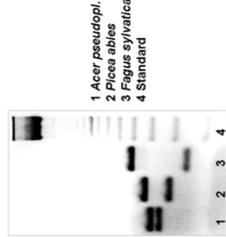
Genetische Merkmale können sehr wirkungsvoll zur Überprüfung der Identität von einzelnen Pflanzen oder Kollektiven eingesetzt werden.

Die hier dargestellten Untersuchungen beziehen sich auf Gehölze in der freien Landschaft und im städtischen Bereich.

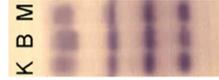
Möglichkeiten und Grenzen von Identitätsprüfungen hängen von dem zu prüfenden Material ab. Folgende Kategorien werden unterschieden:

- Arten
- Varietäten
- Klongemische
- Einzelne Klone

Die Artunterscheidung ist wegen großer genetischer Unterschiede im allgemeinen unproblematisch. Im Falle von Varietäten in wechselnder Zusammensetzung kann eine Differenzierung aber keine Identifizierung erwartet werden. Klongemische mit fest vorgegebener Zusammensetzung und einzelne Klone können in den meisten Fällen identifiziert werden.



Nachweis charakteristischer Unterschiede zwischen Arten mit Hilfe von molekular-genetischen Markern, die auf Längenpolymorphismen von Restriktionsfragmenten beruhen (linkes Bild: PCR-RFLPs von Wurzel-DNA) und mit Enzym-Genmarkern (rechtes Bild: Enzymsystem Aspartat-Aminotransferase)



Identitätsnachweise können auf der Basis verschiedenerer Gewebe geführt werden (Beispiel: Linde, Klon „Greenspire“)

K = Knospe
B = Blatt
M = Meristem (Kambium)
(Enzymsystem: Phosphoglucose-Isomerase)

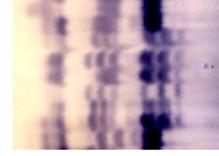


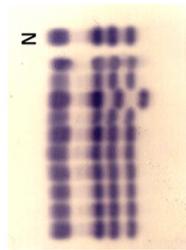
Illustration genetischer Variation zwischen Individuen am Beispiel von Wildbirnen (Enzymsystem: 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase)

Nachweisverfahren

Grundsatz der Identitätsprüfung

Genetische Verschiedenartigkeit ist eindeutig nachgewiesen, wenn ein Individuum sich an nur einem Genort von anderen Individuen unterscheidet.

Die "Isoenzymanalyse" ist ein bewährtes Verfahren zur Identifikation genetischer Merkmale im Kerngenom (Isoenzyme sind kodominante Genmarker). Prinzip ist der elektrophoretische Nachweis der genetischen Verschiedenartigkeit von Individuen an solchen Genorten, die essentielle Enzymsysteme für den Stoffwechsel kodieren. Molekulargenetische Marker für das Kern- und Organellengenom bieten ein größeres Informationspotential als Enzym-Genmarker, sie stehen jedoch derzeit erst für wenige Baum- und Straucharten als Routineverfahren zur Verfügung (Beispiel siehe oben).



Acer pseudoplatanus: Überprüfung, ob sich unter den Proben der Klon "Negenia" befindet (im Gel als Referenzprobe „N“ bezeichnet).
Links: Übereinstimmungen mit Referenz „N“
Rechts: keine Übereinstimmung mit Referenz „N“ (Enzymsystem: Phosphoglucose-Isomerase)

Grenzen der Identitätsprüfung

- Die Unterschiede zwischen Klonen oder zwischen beliebigen Einzelpflanzen werden wegen zufälliger genetischer Übereinstimmung an den überprüften Genorten nicht erkannt.
- Die Identität eines Klones wird bescheinigt, obwohl es sich um unbekanntes Material handelt, welches zufällige genetische Übereinstimmung mit einem Klon des untersuchten Kollektivs zeigt.
- Im Falle von Kollektiven unterschiedlicher geographischer Provenienz kann meist nur eine Differenzierung auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen vorgenommen werden.
- Genetische Verschiedenartigkeit von Kollektiven lässt sich nur dann eindeutig nachweisen, wenn eine repräsentative Stichprobe ein genetisches Merkmal enthält, welches keine andere Stichprobe aufweist (Ausschlussprinzip).



Klonidentifikation bei *Malus ssp.*:
v.l.n.r.: Pilot[®], Pinová[®], Piroš[®], Remo[®], Reglindis[®]
Enzymsystem: 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase (zusätzliche Geneorte erweitern die Möglichkeiten zur Identifikation)



Klonidentifikation bei *Acer pseudoplatanus*:
Links: Probe mit Beschriftung „Rotterdam“
Rechts: Referenzprobe „Rotterdam“
Enzymsystem: Phosphoglucose-Isomerase

Ausblick

Das Potential zur Überprüfung der Identität von Einzel-pflanzen und Kollektiven wird in Zukunft durch verstärkte Einbeziehung molekular-genetischer Marker erheblich erweitert.
Der Einsatz von Genmarker ist eine wichtige Voraussetzung für die genetische Zertifizierung von Vermehrungsgut. Beispiel im Forstbereich: „Zertifizierungsring für überprüfbare Forstliche Herkunft Süddeutschland e.V.“ (<http://www.zuef-forstpflanzen.de/>)

Ansprechpartner:

Gerhard Müller-Starck: mueller-starck@forst.tu-muenchen.de
Eliane Röscher: escher@forst.tu-muenchen.de

Estimation of pollen parents contribution in stands of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.)

Sylvia Nascimento de Sousa, Reiner Finkeldey, Oliver Gailing

Abstract

In conifers, comparison of the maternally inherited haploid megagametophyte with the biparentally inherited diploid embryo in a seed allows recognition of the genetic contribution of the male gamete at codominant gene loci. Because of the high variation at microsatellite (SSRs=Simple Sequence Repeats) gene loci, it is often possible to assign such successful male gametes to single identifiable pollen parents. In some cases, more than one pollen parent may have contributed. Then, a group of pollen parents is considered. On the basis of a possible ordinance, the maximum amount of internal and minimum amount of external pollen contribution is determined due to their effectiveness. In view of the economic and ecological importance of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and in order to study the effects of stand density and species mixture on its reproduction system, three stands representing different stand densities in the Harz Mountains (Lower Saxony, Germany) are being characterized at four highly variable microsatellites. These preliminary results will provide a basis for the strategy of seed collection in stands as well as for the sustainable management of mixed woodlands.

Keywords: embryo, megagametophyte, microsatellites, *Picea abies*, pollen parents contribution

Schätzung von Pollenelternfraktionen innerhalb von Fichtenbeständen (*Picea abies* [L.] Karst.)

Zusammenfassung

Bei Koniferensamen kann durch den Vergleich der genetischen Variation im Endosperm und Embryo auf den Pollenbeitrag an einem kerncodierten Genort geschlossen werden. Aufgrund der hohen Variation an SSRs-Genorten (SSRs=Simple Sequence Repeats) ist es mit Vaterschaftsanalysen nach dem Ausschlussprinzip möglich, erfolgreiche männliche Gameten ihren Polleneltern zuzuordnen. In wenigen Fällen ist eine eindeutige Zuordnung nicht möglich und es kommen mehrere Polleneltern in Betracht. Auf der Basis einer möglicher Zuordnung wird bestimmt, zu welchen maximalen Anteilen interne und maximalen Anteilen externe Pollenbeiträge in Beständen effektiv werden. Unter dem Gesichtspunkt der ökonomischen und ökologischen Bedeutung der Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.), und um die Effekte von Bestandsdichte und Baumartenmischung im Reproduktionssystem zu betrachten, wurden drei Bestände unterschiedlicher Dichte im Harz (Niedersachsen, Deutschland) an vier hoch variablen Mikrosatelliten-Loci charakterisiert. Die vorläufigen Resultate geben Informationen über die Verbreitung genetischer Information in Waldbaumpopulationen und stellen damit eine Basis zur Entwicklung von Strategien der Samenbeerntung in Beständen und für das nachhaltige Management von Mischwäldern dar.

Schlagwörter: Embryo, Endosperm, Mikrosatelliten, *Picea abies*, Pollenelternschaft

Introduction

The study of pollen dispersal events in wind-pollinated plant species is an important step to understand the reproductive process of plant populations. Generally, wind pollination depends on the distance and direction of pollen donors to seed parents (STREIFF et al. 1999; BURCZYK et al. 2004), but the genetic composition of effective pollen clouds influences strongly the genetic composition of the progeny generation. In the study of gene flow, paternity analysis and genetic diversity using highly variable, codominant markers like microsatellites (SSR) are commonly used (PFEIFFER et al. 1997; STREIFF et al. 1999; JONES et al. 2003).

Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) is one of the most important conifers in Eurasia. It is a monoecious, wind pollinated species that is widely grown in lowlands and mountain ranges in pure stands or mixed with other tree species. A large number of microsatellites has been developed for Norway spruce (PFEIFFER et al. 1997; HODGETTS et al. 2001; SCOTTI et al. 2002) offering good opportunities for the study of gene flow and mating system. The seed of Norway spruce contains a diploid embryo and haploid endosperm (maternal contribution). The separate analysis of both tissues allows to infer the paternal contribution to the embryo by comparing the genotype of the embryo with the genotype of the endosperm (MÜLLER 1976). Using paternity analysis, two possible pollen clouds types are detected: pollen from necessarily outside and pollen from possibly inside of the stand, where pollen types inside of the stand can originate from self- or cross-fertilization.

The present poster reports preliminary results of a study of gene flow in one stand of Norway spruce using microsatellite markers. Complementing results of gene flow in two other stands are conducted in order to analyse the effects of stand density and species mixture on the reproduction system of Norway spruce in the Harz mountains, Germany.

Material und methods

Plant material

Needles were harvested from up to 200 trees in a pure stand in Germany (in the Harz mountains; figure 1). Additionally at least 50 open pollinated seeds were collected from 10 trees. Progenies from putatively heterozygous seed parents at a SSR locus were investigated by separate analysis of the megagametophyte (endosperm) and the embryo.

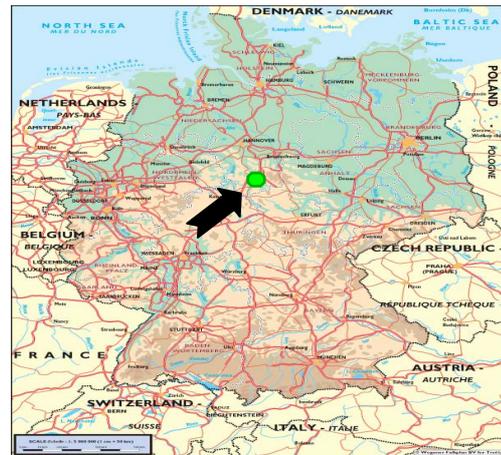


Figure 1: Location of the considered *Picea abies* [L.] Karst. stands.

Abb. 1: Standort der untersuchten *Picea abies* [L.] Karst.-Bestände.

SSR amplification

Total genomic DNA was extracted from embryo and endosperm and from needles of the mother trees using the Qiagen DNeasy96 Plant Kit (Hilden, Germany). The PCR was performed in a final volume of 15 μ l containing 1.5 mM of $MgCl_2$, 10 mM Tris-HCl pH 9.0 50 mM KCl, 0.2 mM of each dNTPs (Qiagen), 0.5 units of TaqTM DNA polymerase (Qiagen), 1.5 μ l Q-Solution (Qiagen), 0.6 μ M of each forward and reverse primers and 2 μ l (about 10 ng) of genomic DNA. The thermal cycling consisted of denaturation at 95°C for 5 min, 1 cycle at 80°C for 4 min; 30 cycles at 94°C for 45 s, 57°C for 45 s (standard annealing), 72°C for 45 s, and a final extension step at 72°C for 10 min (Pfeiffer et al., 1997). Amplification was

carried out in a Peltier Thermal Cycler (PTC-200, MJ Research). Microsatellite polymorphisms were detected by labeling the forward primers with blue (FAM), green (HEX) or yellow (NED) fluorescent dyes and resolving the fragments electrophoretically on an ABI Prism® 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems/HITACHI). Fragment sizes were determined with the help of an internal size standard (GS ROX 500) and analysed with GENESCAN 3.7 and GENOTYPER 3.7 computer softwares (Applied Biosystem).

Data analysis

Microsatellite (SSR) loci with different repeat numbers and motifs (dinucleotide and trinucleotide repeats) were selected based on

their reliable and reproducible amplification (table 1). Allelic diversity v (GREGORIUS 1987) at each locus was estimated in adult trees, embryos and effective pollen. Pollen profiles were obtained by subtracting the female (haploid megagametophyte) contribution to the seed from the embryo (diploid genotype) (figure 2). Megagametophyte and embryo were separately investigated for each seed.

Paternity analysis was carried out by a simple exclusion method comparing multilocus genotypes for all adult trees and seeds.

The number of observed alleles per locus (N_A) and observed and expected heterozygosities (H_o and H_e) were calculated with GSED version 1.1k (GILLET 2005).

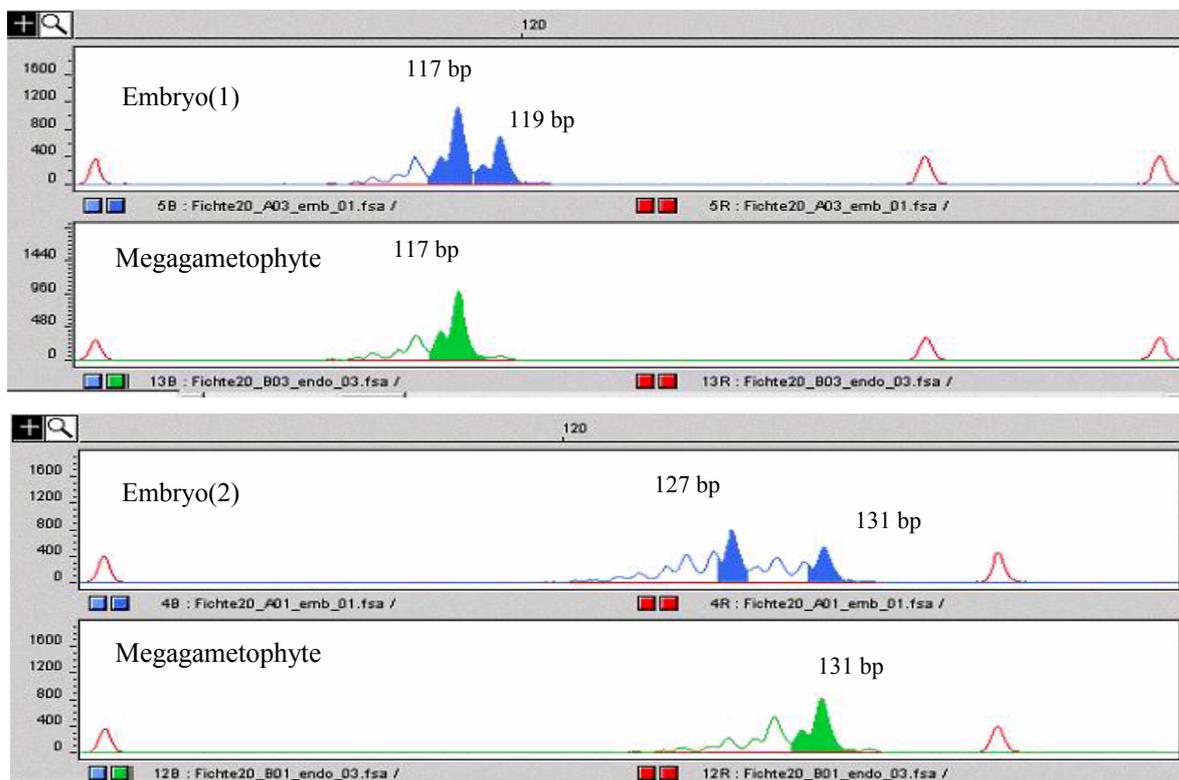


Figure 2: Amplification products from one seed (diploid embryo and haploid megagametophyte). By subtracting the maternal contribution the external allele is clearly identified.

Abb. 2: Amplifikationsprodukte eines Samens (diploider Embryo und haploider Megagametophyt). Durch Abziehen des maternalen Beitrags ist das externe Allel eindeutig identifiziert.

Table 1: Microsatellites and their characteristics.
Mikrosatelliten-Primerpaare und ihre Eigenschaften.

Locus	Repeat sequence	T _A (°C)	Reference
SpAGG3	(GA) ₂₄	57	PFEIFFER et al. 1997
SpAC1H8	(GT) ₂₇	57	PFEIFFER et al. 1997
SpAGC1	(TC) ₅ TT(TC) ₁₀	57	PFEIFFER et al. 1997
EATC1EO3	(CAT) ₄ CGT(CAT) ₈ CGT(CAT) ₄ CGT(CAT) ₄ CGT(CAT) ₄	57	SCOTTI et al. 2002

Table 2: Diversity estimates for four microsatellite loci in 200 trees of *Picea abies*. Na: observed number of alleles; allele range: amplified PCR product length range; H_o: observed heterozygosity; H_e: expected heterozygosity.

Geschätzte Diversität an vier Mikrosatelliten in einem Fichtenbeständen mit 200 Bäumen. Na: Anzahl der beobachteten Allele; Variationsbereich der Allele: amplifizierte PCR-product length range; H_o: Beobachtete Heterozygotie; H_e: Erwartete Heterozygotie.

Gene loci	Na	Alleles range	H _o	H _e
SpAGG3	18	107-143	0,879	0,903
SpAGC1	19	70-119	0,608	0,638
EATC1EO3	5	123-173	0,485	0,396
SpAC1H8	52	90-242	0,864	0,934
Average	23,5		0,709	0,717

Table 3: Allelic diversity $v=(\sum_i p_i^2)^{-1}$ (GREGORIUS 1987) of adult trees, their progeny (embryos) and their effective pollen clouds in the population of *Picea abies*.

Allelische Diversität $v=(\sum_i p_i^2)^{-1}$ (GREGORIUS 1987) von Altbäumen und deren effektive Pollenwolken in dem Bestand von *Picea abies*.

Gene loci	v		
	Adult tree	Embryo	Pollen
SpAGG3	11,239	10,451	10,959
SpAGC1	2,402	2,125	2,409
EATC1EO3	1,649	1,619	1,541
SpAG31H8	15,281	12,070	16,590
Gene pool	3,398	3,291	3,291

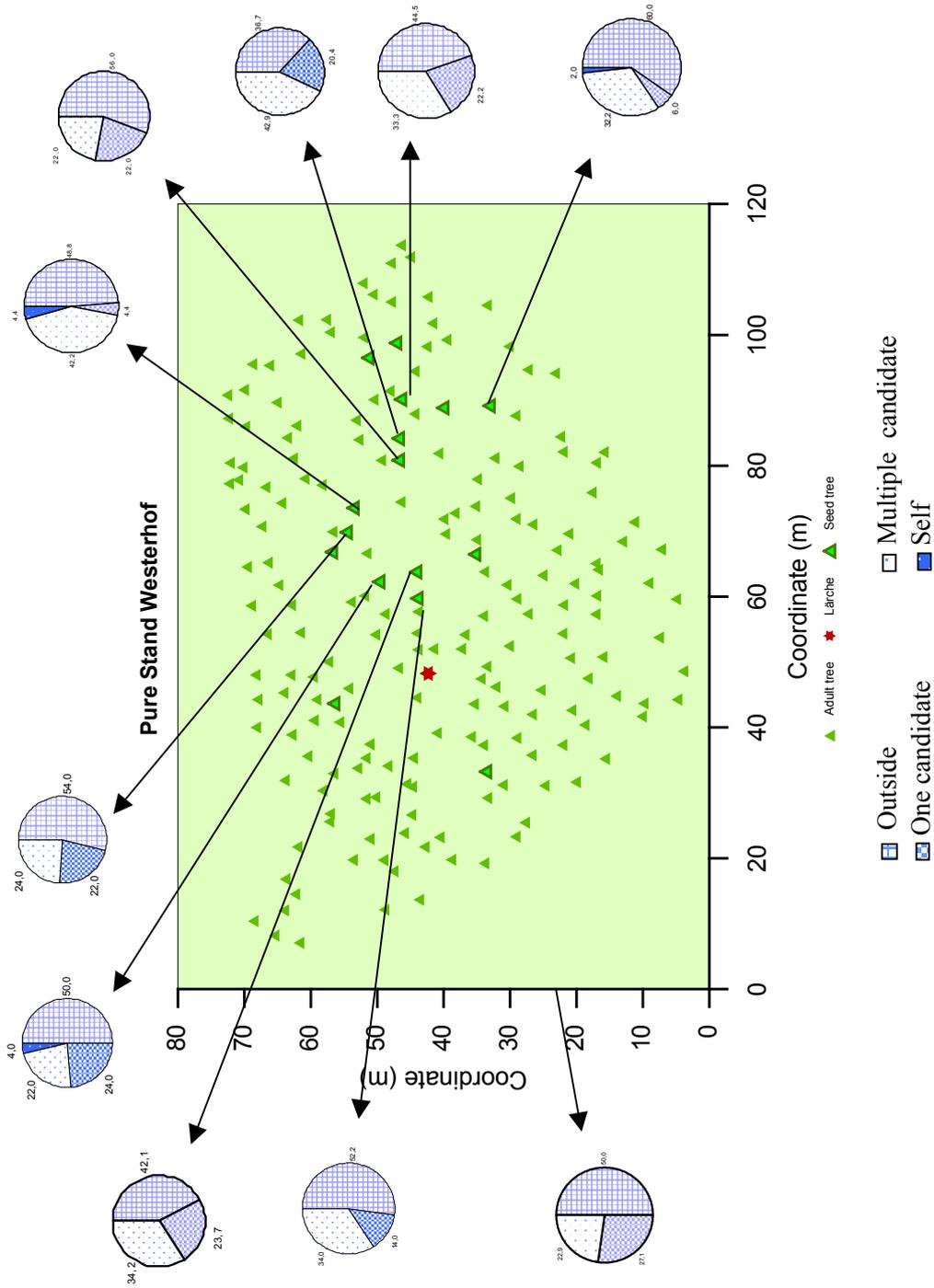


Figure 3: Outline of the analysed offspring of ten seed trees from Norway spruce. The pies indicate the correspondent minimum percentage of outside pollen contribution (offspring without compatible pollen donor in the stand); one candidate (offspring that were assigned to only one single pollen donor); multiple candidate (offspring have more than one pollen donor in the stand); and self (offspring that were admitted to be selfed).

Abb. 3: Beschreibung von Nachkommen von 10 Samenbäumen der Fichte. Die Kreise zeigen die Prozentansatz von Samen ohne potenziellen Pollenspender im Bestand; Samen mit einem potenziellen Pollenspender im Bestand; Samen mit mehreren potenziellen Pollenspendern im Bestand und aus Selbstbefruchtung stammender Samen.

Table 4: Paternity of seeds from ten seed parents of *Picea abies*.
 Vaterschaft von Samen von zehn Sameneltern von *Picea abies*.

Seed parent	N	Possible mating within the stand			Pollen migration
		One candidate	Multiple candidate	Total	
1	49	10	21	31	18
2	50	7	17	24	26
3	50	11	12	23	27
4	50	14	11	25	25
5	45	10	15	25	20
6	45	4	19	23	22
7	50	4	16	20	30
8	50	11	11	22	28
9	48	13	11	24	24
10	38	9	13	22	16
Total	475	93 (5 self)	146	239	236

Preliminary Results and Discussion

At all loci under consideration, the microsatellites showed no apparent deviation from Hardy-Weinberg proportions and thus no evidence for null alleles (table 2; observed heterozygosity H_o = expected heterozygosity H_e). Allelic diversity for each locus and mean diversity is given in table 3. Loci SpAGG3 and SpAC1H8 reveal the highest genetic diversity. Loci SpAGC1 and EATC1EO3 show a lower diversity and are characterized by one frequent type (frequency above 58 per cent in all samples).

Table 4 shows genotypes at four microsatellite loci determined for 475 seeds. In accordance with the simple exclusion analysis, 93 (19,4 %) of all seeds had only one possible candidate pollen donor and were considered to have been pollinated by the adult trees within the stand, including 5 cases (1,0 %) of self-fertilization. 146 seeds (30,5 %) had more than one potential candidate pollen donor in the stand. Most of the pollen (236 cases, 49,7 %) came definitely from outside the stand. Maximum pollen flow from outside the plot ranges between 42,1 and 56,0% for single trees (figure 3). Three out of ten trees showed selfing events.

These results will be compared with the forthcoming results of the other two stands and will contribute for the strategy of seed collection in stands as well as for the sustainable management of mixed woodlands.

Acknowledgments

This research is supported by the DFG (Deutschen Forschungsgemeinschaft: Fi 569/7-1). We are grateful to the Nationalparkverwaltung Harz and the Klosterforstamt Westerhof for the permission to work in their stands and to Thomas Seliger for his technical assistance in DNA extraction.

Literature

- BURCZYK, J., LEWANDOWSKI, A., CHALUPKA, W. (2004): Local pollen dispersal and distant gene flow in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). *Forest Ecology and Management*. 197: 39-48.
- GILLET, E.M. (2005): GSED: Genetic Structures from Electrophoresis Data, Version 1.1k, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Universität Göttingen, Germany.

- GREGORIUS, H.-R. (1987): The relationship between the concept of genetic diversity and differentiation. *Theor. Appl. Genet.* 74: 397-401.
- HODGETTS, R.B., ALEKSIUK, M.A., BROWN, A., CLARKE, C., MACDONALD, E., NADEEN, S. AND KHASA, D. (2001): Development of microsatellite markers for white spruce (*Picea glauca*) and related species. *Theor. Appl. Genet.* 102: 1252-1258.
- JONES, A.G. AND ARDREN, W.R. (2003): Methods of parentage analysis in natural populations. *Molecular Ecology.* 12: 2511-2523.
- MÜLLER, G. (1976): A simple method of estimating rates of self-fertilization by analysing isozymes in tree seeds. *Silvae Genetica.* 25 (1): 15-17.
- PFEIFFER, A., OLIVIERI, A.M. AND MORGANTE, M. (1997): Identification and characterization of microsatellites in Norway spruce (*Picea abies* K.). *Genome.* 40: 411-419.
- SCOTTI, I., PAGLIA, G.P., MAGNI, F. AND MORGANTE, M. (2002): Efficient development of dinucleotide microsatellite markers in Norway spruce (*Picea abies* Karst.) through dot-blot selection. *Theor. Appl. Genet.* 104: 1035-1041.
- STREIFF, R., DUCOUSSO, A., LEXER, C., STEINKELLNER, H., GLOESSL, J. AND KREMER, A. (1999): Pollen dispersal inferred from paternity analysis in a mixed oak stand of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Molecular Ecology.* 8: 831-842.

Anschrift der Autoren:

Sylvia Nascimento de Sousa*;
 Reiner Finkeldey, Oliver Gailing
 Georg-August-University Göttingen, Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, 37077 Göttingen

*Author for correspondence:
 email: snascim@gwdg.de; fax: +49-551-398367; ph: +49-551-393534.

Abschätzung eines Auskreuzungsrisikos durch Introgression fremder Gene bei *Populus spec.*

- Projektvorstellung -

**Marc Niggemann, Georg Rathmacher, Oliver Jakoby,
Birgit Ziegenhagen & Ronald Bialozyt**

Zusammenfassung

Das Ausbringen gentechnisch veränderter Bäume in Landschaften mit artgleichen bzw. gattungsgleichen Bäumen birgt die Möglichkeit eines vertikalen Gentransfers durch Auskreuzen. Zur Abschätzung dieses Auskreuzungsrisikos durch Introgression fremder Gene bei der Pappel wurde im Rahmen eines vom Umweltbundesamt (UBA) und vom Land Schleswig-Holstein geförderten Projektes ein Simulations-Modell entwickelt. Dabei zeigte sich, dass es innerhalb eines 30x30 km großen Untersuchungsgebietes zu einer Gefährdung durch Auskreuzung durch Pollen aus einer theoretischen Plantage kommt.

Das hier vorgestellte BMBF-Projekt schließt daran an und soll zu diesem Thema weiterführende und offene Frage klären. Zunächst muss das Untersuchungsgebiet vergrößert werden, da die simulierten Pollenfahnen bis zu 50 km reichten. Zusätzlich zur Pollenausbreitung soll auch die Ausbreitung durch Samen berücksichtigt werden. Ein weiterer wichtiger Teil des neuen Projektes wird eine Verschneidung des Modells mit einem Meteorologischen Modell sein, welches an der Universität Karlsruhe zur Pollenflugvorhersage entwickelt wurde und insbesondere die Konzentrationen im bergigen Gelände besser darstellt.

Außerdem werden molekulargenetische Vaterschaftsanalysen durchgeführt, die der Validierung des Modells dienen und gleichzeitig Aufschluss zum Genfluss innerhalb und zwischen den untersuchten Populationen geben.

Untersuchungen zur Lebensfähigkeit des Pollens, der Keimfähigkeit der Samen und zu phänologischen Unterschieden zwischen Hybrid-Pappeln und *Populus nigra* runden das Projekt ab.

Estimating the risk of outbreeding by introgression of foreign genes in the species *Populus spec.*

Abstract

The introduction of genetically modified trees into landscapes with the same or closely related species hold the possibility of vertical gene flow by introgression. Within a project, funded by the Federal Environmental Agency (UBA) and the federal state of Schleswig-Holstein, a simulation model was developed to estimate the risk of introgression in the genus *Populus*. The model showed that there is a risk of introgression within the 30x30 km study area by pollen of a theoretical plantation.

Here we present the goals of a follow-up project funded by the BMBF. It picks up the remaining open questions. First of all the study area has to be extended because the simulated pollen plumes reached up to 50 km. In addition to the dispersal by pollen the dispersal by seeds has to be included into the model. Another important part of the new project is going to be the incorporation of a meteorological model that has been developed at the University of Karlsruhe for the prognosis of pollen flight. Especially in mountainous terrain the model is able to simulate the pollen concentration in more detail.

Additionally, molecular paternity analysis will be conducted to validate the model and to get an insight in the gene flow between and within the studied populations.

There will be further studies of the viability of the pollen, the germination of the seeds and the differences in the flowering time of *Populus nigra* and its hybrids.

Einleitung

Durch gentechnische Veränderungen können gezielt Bäume mit verbesserten Eigenschaften erzeugt werden, die dadurch wirtschaftlich interessant werden. Bei einer zukünftigen Ausbringung darf jedoch nicht die Möglichkeit eines vertikalen Gentransfers übersehen werden, der besonders in Landschaften mit art- bzw. gattungsgleichen Bäumen stattfinden kann.

In Deutschland ist derzeit diese Gefahr bei der Einkreuzung von meist gepflanzten Hybridpappeln in natürliche Schwarzpappelbestände greifbar.

Vorläufer-Projekt

In einem vom Umweltbundesamt (UBA) und vom Land Schleswig-Holstein geförderten Projekt wurde das Auskreuzungsrisiko durch Introgression fremder Gene bei der Pappel mit Hilfe eines Simulations-Modells („Introgression“) für reale Landschaften untersucht (Abb. 1 und 2). Die Ergebnisse zeigten, dass der Pollen einer theoretischen Plantage für die Bestände innerhalb eines 30x30 km großen Untersuchungsgebietes in Schleswig-Holstein eine Gefahr durch Auskreuzung darstellt. Dabei sind kleine Populationen aufgrund der geringeren Pollenkonkurrenz deutlich stärker gefährdet.

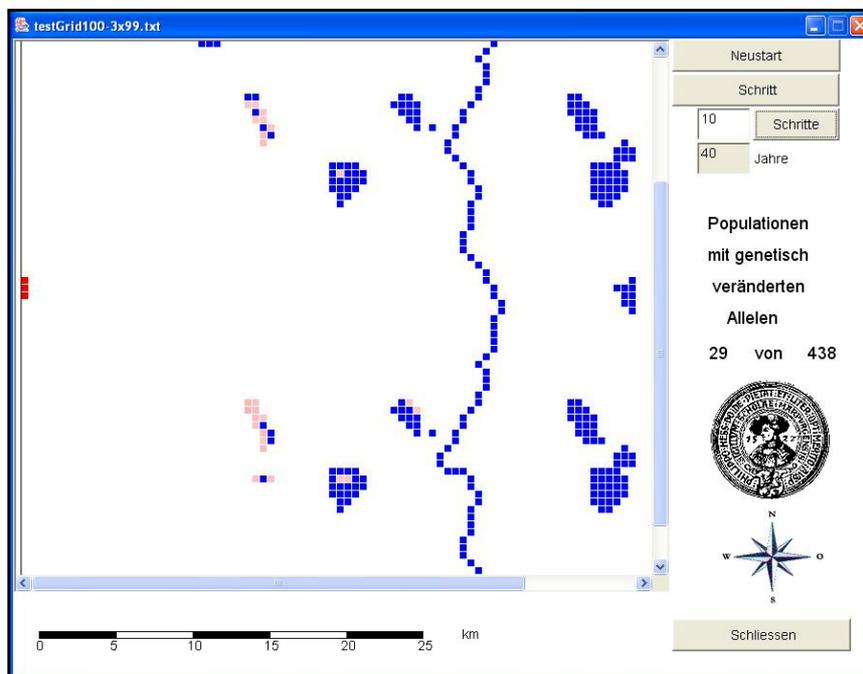


Abb. 1: Oberfläche des „Introgression“-Modells, in dem die Pappelbestände mit ausschließlich dem Wildtyp-Allel (blau), ausschließlich dem genetisch veränderten Allel (rot) bzw. mit beiden Allelen gemischt (rosa) zu erkennen sind.

Fig. 1: Graphical user interface of the “Introgression” model; populations of *Populus* with only the natural allele (blue), with only the genetically modified allele (red) and with both alleles (pink).

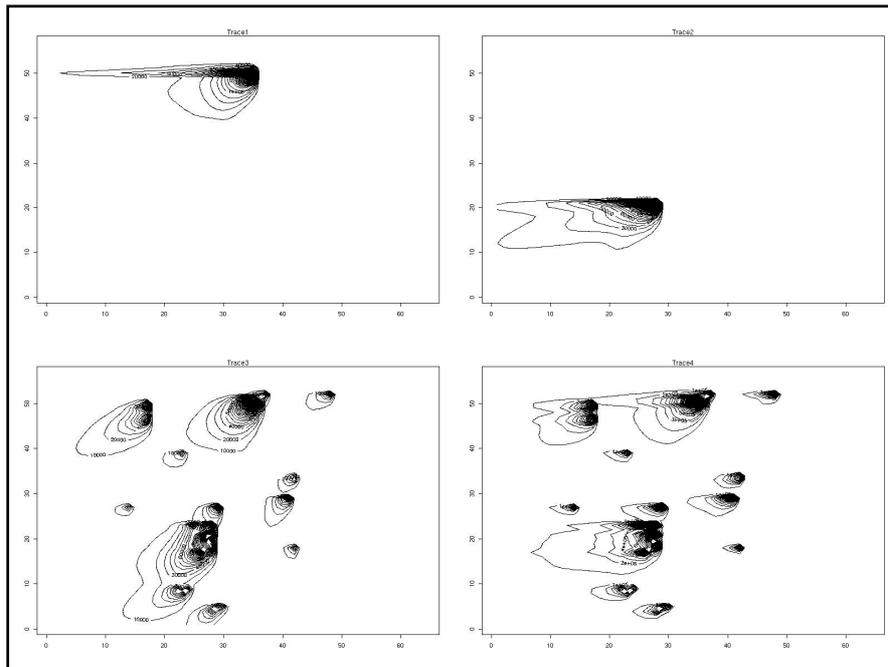


Abb. 2: Durch das meteorologische Modell (METRAS, Prof. H. Schlünzen, Universität Hamburg) vorgegebene Pollenfahnen eines Tages in der realen Landschaft in Schleswig-Holstein

Fig. 2: Pollen plume generated by the meteorological model (METRAS, Prof. H. Schlünzen, University of Hamburg) of one day in a real landscape in Schleswig-Holstein

Aktuelles Projekt

Das hier vorgestellte BMBF-Projekt schließt an das „Introgression“-Modell an und dient der Klärung weiterführender und offener Fragen. Neben der Erweiterung des Simulations-Modells stellen molekulargenetische Analysen einen wichtigen und neuen Teilbereich dar.

Das Simulations-Modell wird um folgende Komponenten erweitert:

- Vergrößerung des Untersuchungsgebietes
- Berücksichtigung der Samenausbreitung
- Verschneidung mit einem meteorologischen Modell
- Validierung der Ausbreitung durch genetische Daten

Die genetischen Untersuchungen befassen sich mit folgenden Aspekten:

- Molekulargenetische Vaterschaftsanalysen zur Untersuchung von Genfluss
- Schaffung der Möglichkeit einer eindeutigen Klonidentifizierung der in Deutschland ausgebrachten Schwarzpappel-Hybriden
- Populationsgenetische Charakterisierung von natürlichen Schwarzpappelbeständen in Hessen

Des Weiteren sollen Untersuchungen zur Lebensfähigkeit des Pollens, der Keimfähigkeit der Samen und zu phänologischen Unterschieden zwischen Hybrid-Pappeln und *Populus nigra* folgen.

Erste Ergebnisse

- Die Samenernte mittels einer Wurfbeutelschleuder ist für hohe Probenzahlen bei Hybridpappeln nicht geeignet
- Bei Keimversuchen kommt es auf den genauen Zeitpunkt der Samenernte und Ausbringung an
- Die DNA-Extraktion aus Holzbohrungen ist möglich und führt zu verwertbaren PCR-Produkten (Abb. 3).

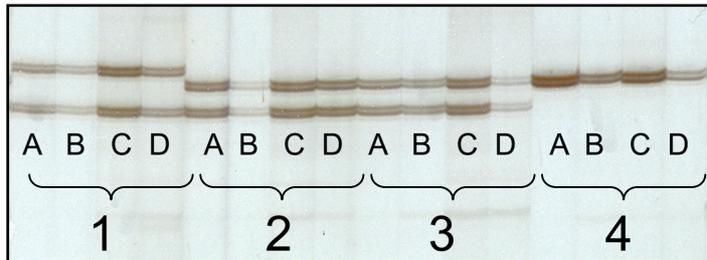


Abb. 3: Polyacrylamid-Gel mit PCR-Produkten eines Kern-Mikrosatelliten- Locus. A: DNA aus Blattgewebe, B: DNA aus Kambium/ Phloemgewebe, C: DNA aus Holz, D: DNA aus Rinde/ Kambium/ Phloem/ Holz extrahiert. 1-4: Individuen

Fig. 3: Polyacrylamide-gel with PCR- products of a nuclear microsatellite locus. A: DNA extracted from leaf-tissue, B: DNA extracted from cambium/ phloem-tissues, C: DNA extracted from wood, D: DNA extracted from the bark/ cambium/ phloem- tissue. 1-4: individuals

Anschrift der Autoren:

Marc Niggemann, Georg Rathmacher,
Prof. Dr. Birgit Ziegenhagen, Ronald Bialozyt
Philipps-Universität Marburg, Naturschutzbiologie,
Karl-von-Frisch-Strasse 8, 35032 Marburg

Oliver Jakoby
Ufz-Umweltforschungszentrum,
Ökologische Systemanalyse, 04301 Leipzig

Auswirkungen von forstlichen Behandlungen auf die genetische Diversität von Douglasien-Saatguterntebeständen

Arno Röder, Monika Konnert, Erwin Hussendörfer

Douglasien-Versuchsfläche Freising 085

Die Fläche des Douglasien-Durchforstungsversuchs Freising 085 ist 0,53 ha groß und umfasst zwei Parzellen, in denen das Zuwachsverhalten nach A- und B-Durchforstungsgraden vom Lehrstuhl für Waldwachstum der TU München beobachtet wird. Bemerkenswert ist vor allem auch der in hohem Alter beachtliche Zuwachs von 15 Vfm/ha und Jahr. Außerdem zeigen geringwüchsige Bäume nach Freistellung deutlich ansteigende Jahrringbreiten, was die Douglasie für diesen Standort aus waldbaulichen und waldwachstumskundlichen Gesichtspunkten für eine zielstärkenorientierte Nutzung prädestiniert.

Genetische Untersuchung

Die Fläche ist ein zugelassener Erntebestand für Douglasien-Saatgut. Aus diesem Grund wurde eine genetische Untersuchung durch das ASP Teisendorf durchgeführt, mit dem Ziel, die Rasse und das Ausmaß der genetischen Variation zu bestimmen. Für den Anbau in Bayern ist die „grüne“ Douglasie (Küstendouglasie, *P. menziesii* subsp. *menziesii* bzw. *viridis*) weitaus besser geeignet als die „graue“ Douglasie (Inlandsdouglasie, *P. menziesii* subsp. *glauca* var. *caesia*). Insgesamt wurden 141 Douglasien mit Hilfe der Isoenzymanalyse an 15 Genorten untersucht. Aufgrund der genetischen Struktur an den Genorten 6-PGDH-A und PGM-A kann der Bestand Freising eindeutig der Küstendouglasie zugeordnet werden.

Waldbauliche Behandlung

Zur Untersuchung der Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen auf die genetische Zusammensetzung des Bestandes wurden zwei unterschiedliche Konzepte angewendet.

Zum einen wurde eine Zielstärkenutzung mit SILVA 2.2 simuliert und zum anderen wurde ein niederdurchforstungsartiger Eingriff geplant. Die Nutzung wurde demnach einmal vom starken und einmal vom schwachen Ende simuliert.

Zielstärkenutzung

Als Parameter für die Zielstärkenutzung wurden ein BHD von 90 cm und eine Entnahmemenge von 15 Vfm/ha und Eingriff festgelegt. Mit diesen Angaben wurde der Holzvorrat langfristig auf 350 Vfm/ha gehalten.

Niederdurchforstung

Die Planung der Niederdurchforstung erfolgte im Zuge einer waldbaulichen Bestandesansprache vor Ort. Dabei wurden sowohl beherrschte als auch qualitativ minderwertige Bestandesindividuen entnommen. Die Stammzahl wurde auf der Gesamtfläche auf 111 Individuen abgesenkt. Die Prognose des Wachstums wurde wiederum mit SILVA 2.2 simuliert. Dabei wuchs der Vorrat bis zum Ende des Planungszeitraums wieder auf etwa 350 Vfm/ha an.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Bei der Niederdurchforstung werden mehr als doppelt so viele Douglasien aus dem Bestand entnommen wie bei der Zielstärkenutzung (siehe Tabelle 1). Bei beiden Varianten verringert sich die genetische Diversität und Heterozygotie nur geringfügig im Vergleich zum Ausgangsbestand. Ein Verlust an genetischer Vielfalt tritt bei keiner Nutzungsvariante auf. Für den untersuchten Bestand ist für den Nutzungszeitraum von 20 Jahren im Hinblick auf die Erhaltung der genetischen Vielfalt keine waldbauliche Einschränkung notwendig. Allerdings muss berücksichtigt

werden, dass bei der Niederdurchforstung die Stammzahl deutlich stärker reduziert wird und somit die Anzahl potentieller Elternbäume stärker sinkt.

Dies könnte Nachteile hinsichtlich der genetischen Qualität des Vermehrungsgutes zur Folge haben.

Tab. 1: Auswirkungen verschiedener forstlicher Nutzungsstrategien auf die genetische Diversität
Influence of different forestry operation strategies on the genetic diversity

	Stammzahl (gesamt)	mittlerer Heterozygotenanteil	hypothetische Multi-locusdiversität	Anzahl Allele/ Genort	Anzahl Genotypen/ Genort
Aktuelle Situation	141	20,0	52,8	3,07	4,07
Zielstärkenutzung (nach 20 Jahren)	129	19,4	50,0	3,07	4,07
Niederdurchforstung (nach 20 Jahren)	111	19,5	50,7	3,07	4,00

Anschrift der Autoren:

Arno Röder,
Prof. Dr. Erwin Hussendörfer
Fachhochschule Weihenstephan
Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
Am Hochanger 5, 85350 Freising
Tel.: +49 (0) 81 61/71 59 34
E-Mail: arno.roeder@fh-weihenstephan.de,
erwin.hussendörfer@fh-weihenstephan.de

Dr. Monika Konnert
Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)
Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf
Tel.: +49 (0) 86 66/98 83 13
E-Mail: monika.konnert@asp.bayern.de

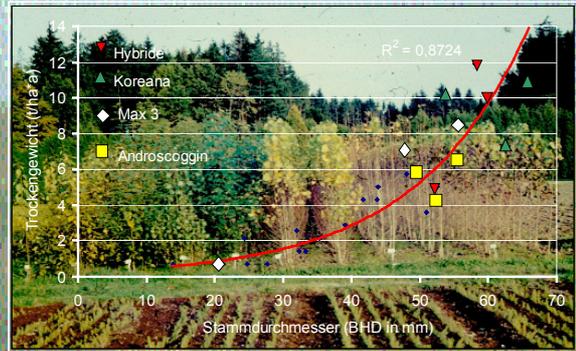
Energiewald: Sortenwahl – der entscheidende Produktionsfaktor

R. Schirmer

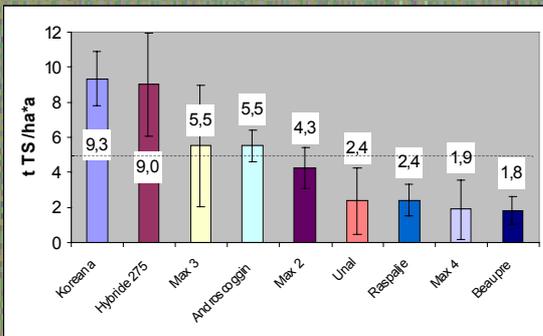
ENERGIEWALD *: SORTENWAHL – DER ENTSCHEIDENDE PRODUKTIONSFAKTOR

Ergebnisse aus der Beerntung des Sortenprüffelds Ufering (1. Umtriebszeit, 6-jährig)

* Moderner Niederwald mit Umtriebszeiten von 5 – 10 Jahren zur Hackschnitzelproduktion für Biomasseheizwerke



Durchmesser- und Biomassenentwicklung der verschiedenen Pappelhybridsorten



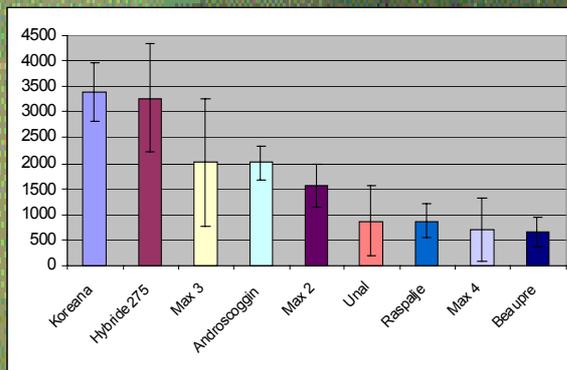
Jährliche Biomasseproduktion der Pappelhybride Angaben in t Trockenmasse

Durch Verwendung der leistungsstarken Pappelsorten

- Koreana (*P. koreana* x *P. trichocarpa*)
- Hybride 275 (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*)

4 – 5 fache

Ertragssteigerung im Vergleich zu schlechten Sorten (Beaulpre, Raspalje, Unal)



Jährliche Heizölsparsnis durch Anbau der Hybridpappelsorten Angaben in l/ha*a



Klon Max 3: 6 Monate, Höhe 2.50 m

Nutzung der genetischen Ressourcen von *Prunus avium* L. im Land Brandenburg

Dagmar Schneck

Zusammenfassung

Die Vogelkirsche, in ganz Deutschland als Nebenbaumart zu betrachten, ist in Brandenburg selten anzutreffen. Auf Grund ihrer Vorliebe für sommerwarme, frische Standorte mit hoher Basensättigung findet sie hier nur wenige geeignete Standorte. Mit dem Ziel, die Artenvielfalt in den Wäldern zu erhöhen und unter Beachtung ökologischer und ökonomischer Aspekte, wird ihr seit Beginn der 90-Jahre eine größere Aufmerksamkeit gewidmet. Über die Verbreitung der Vogelkirsche (*Prunus avium*) in Brandenburg lagen bis 1992 keine genauen Kenntnisse vor. Im Rahmen einer Umfrage nach dem Vorkommen seltener Baumarten wurde ein erster Überblick erarbeitet. Dieser ergab 15 flächige Vorkommen auf insgesamt 11 ha und 822 Einzelbäume. Ab 1994 erfolgte eine Bereisung der Vorkommen, die Auswahl geeigneter Ausleseebäume und der Aufbau von Samenplantagen. Seit 2003 unterliegt die Vogelkirsche dem Forstvermehrungsgutgesetz und erfordert damit die Zulassung von Saatgutbeständen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind 3 Bestände mit einer Fläche von 3,4 ha zur Saatgutgewinnung zugelassen. Insgesamt ist die Basis zur Bereitstellung von geeignetem Vermehrungsgut sehr eng. Daher wird zeitgleich nach geeignetem Material auch in benachbarten Herkunftsgebieten gesucht. Wertvolle Informationen liefert dafür eine Prüfung von Bestandes- und Samenplantagennachkommenschaften, die in Zusammenarbeit der Institutionen für Forstpflanzenzüchtung angelegt wurde. Nach ersten Ergebnissen empfiehlt sich besonders die Samenplantage Knechtsteden aus dem niedersächsischen Forstamt Grohnde.

Utilisation of the genetic resources of Bird Cherry (*Prunus avium* L.) in Brandenburg

Abstract

Bird cherry is very rare in Brandenburg. It grows on fresh and basic sites with a mild climate. These sites are not typical for Brandenburg. There was nothing known about the distribution of bird cherry in Brandenburg till 1992. In this year an evaluation was started. 15 stands with an area of 11 hectares and 822 single trees were detected. This material was used to build up clonal archives and seed orchards. 3 stands were approved as basic material for the production of selected reproductive material. But the basis for seed production is still very small. Therefore orchards and stands from other regions in Germany and the Netherlands were tested in co-operation with other institutions for forest tree breeding.

Bedeutung der Vogelkirsche in Brandenburg

Bis Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts bestand in Brandenburg kaum Interesse an der Vogelkirsche. Seitdem wird im Rahmen des Waldumbauprogramms verstärkt Laubholz in die von Nadelholz dominierten Bestände eingebracht. Dabei handelt es sich vorwiegend um Buche und Eiche mit sehr hohen Umtriebszeiten von bis zu 240 Jahren (MLUR 2004).

Daher besteht ein besonderes Interesse an Mischbaumarten, die bereits in einer frühen Bestandesphase Erlöse erwarten lassen. Die wärmeliebende Vogelkirsche mit Umtriebszeiten von 80 bis 100 Jahren und Erlösen von bis zu 2000,- € bei guter Qualität (MEIER-DINKEL 1985) scheint für eine Mischung insbesondere in Eichenbeständen geeignet, sofern die standörtlichen Ansprüche erfüllt werden können.

Bewertung der heimischen Ressourcen

Soll die Vogelkirsche die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen, muss hochwertiges Vermehrungsgut Verwendung finden. Gleichzeitig gilt es, die noch vorhandenen genetischen Ressourcen zu sichern. Beides setzt Kenntnisse über die Verbreitung der Art in Brandenburg voraus. Daher wurde ab 1992 in einer Umfrage ein erster Überblick erarbeitet. Diese ergab 15 Bestände auf 11 ha und 822 Einzelbäume. In den nächsten Jahren folgten die Evaluierung der Vorkommen und die Sicherung von Auslesebäumen in einem Klonarchiv. Es enthält derzeit 94 Klone. Die 74 besten Auslesebäume bilden die Grundlage einer Samenplantage, die ab 1998 in Amt für Forstwirtschaft Templin aufgebaut wurde.

Seit 2003 unterliegt die Vogelkirsche dem Forstvermehrungsgutgesetz. Bisher konnten in Brandenburg 3 Bestände auf einer Fläche von 3,4 ha zugelassen werden.

Insgesamt muss die genetische Basis als sehr eng eingeschätzt werden, da die meisten Vorkommen nur einzel- oder truppweise auftreten. Darüber hinaus sind die wenigen bestandesweisen Vorkommen nur von mittlerer Qualität. Die Suche nach weiterem geeigneten Ausgangsmaterial zur ökonomischen und ökologischen Aufwertung der Bestände musste daher über das Bundesland und Herkunftsgebiet hinaus ausgedehnt werden. Die Möglichkeit ergab sich mit der Beteiligung des Landes an einer Nachkommenschaftsprüfung, die 1999 durch die Institutionen für Forstpflanzenzüchtung begonnen wurde. Im Folgenden werden die ersten Ergebnisse der in Brandenburg angelegten Versuchsflächen vorgestellt.

Anlage und erste Ergebnisse einer Nachkommenschaftsprüfung

Material und Versuchsflächen

Die Prüfung umfasst Nachkommenschaften von neun Samenplantagen, acht Bestandesabsaat und eine Mischung von Klonen aus der In-vitro-Vermehrung. Die Beerntung der Vorkommen fand 1999 statt. Die zwei Nachkommenschaften Brandenburger Be-

stände stammen aus dem folgenden Erntejahr. Die Aussaat und Pflanzenanzucht erfolgte in der landeseigenen Baumschule „Lübbesee“ im AfF Templin.

Im November 2001 wurden zwei Flächen in den AfF Templin und Müllrose begründet. Tabelle 2 zeigt die Charakteristik der Versuchsflächen.

Tab. 1: Versuchsmaterial
List of tested seedlots

Bundesland/ Land	Bezeichnung	Vertreten in (M)elzow (T)empel- berg
Baden- Württemberg	Samenplantage Liliental	M; T
Bayern	Samenplantage Hohe Warte	M; T
Brandenburg	Wolfshagen	M; T
Brandenburg	Carolinental	M; T
Hessen	Samenplantage Ravolzhausen	M; T
Hessen	Bestand Bad Soden	M; T
Hessen	Bestand Stadt Limburg	M; T
Niederlande	Born 01	M; T
Niedersachsen	Samenplantage Knechtsteden	T
Niedersachsen	Samenplantage Liebenburg	M; T
Niedersachsen	Samenplantage Mittelgebirge	M; T
Niedersachsen	In-vitro-Klone	M; T
Nordrhein Westfalen	Samenplantage Knechtsteden	M
Nordrhein Westfalen	Samenplantage Hügelland	M
Nordrhein Westfalen	KZH Wester- winkel	M; T
Nordrhein Westfalen	Bestand Bad Driburg	M; T
Nordrhein Westfalen	Bestand Nesselrode	T
Rheinland Pfalz	Samenplantage Eßweiler	M

Untersuchungsmethoden und Ergebnisse

In den Jahren 2002 erfolgten Ausfallbonituren, 2004 und 2005 Austriebsbonituren auf der Fläche Tempelberg und 2002, 2003 und 2004 Höhenmessungen sowie 2004 eine Schaftformbonitur.

Das Anwuchsverhalten war auf beiden Flächen gut und auch zwischen den Nachkommenschaften war kein Unterschied nachweisbar. Die wichtigsten Ausfallursachen lagen in zu kleinen Pflanzen, was sich bei den einjährigen Brandenburger Sämlingen bemerkbar machte bzw. in einer schlechten Bewurzelung bei einigen In-vitro-Pflanzen. Zur Beurteilung des Austriebverhaltens wurde jeweils Anfang April der Anteil ausgetriebener Pflanzen verglichen. Die Samenplantagen „Hohe Warte“ aus Bayern und „Mittelgebirge“ aus Niedersachsen trieben in beiden Jahren sehr früh aus. Der Anteil ausgetriebener Pflanzen lag zum Boniturzeitpunkt am 11.04.2005 bei der bayerischen Plantage bei 79 % und bei der niedersächsischen bei 74 % der bonitierten Pflanzen. Die Samenplantage „Knechtsteden“ aus Niedersachsen zeigte mit einem Anteil von 36 % einen späten Austrieb. Die Ergebnisse der Höhenmessung 2004 sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Da nicht jede Nachkommenschaft auf beiden Flächen vertreten ist, erfolgte die Auswertung getrennt.

Tab. 2: Charakteristik der Versuchsflächen
Characteristics of sites

Lage	AfF Temp- plin Melzow	AfF Müllrose Tempelberg
Vorbestand	Winterlinde	Acker-; Baumschulfläche
Boden	K2	34 (Ackerwert- zahl)
Temperatur Jahr/ Vegetati- onszeit (°C)	8,2/ 17,5	8,2/ 17,7
Niederschlag Jahr/ Vegetati- onszeit (mm)	543/ 289	527/ 279
Exposition/ Inklination	mäßig ge- neigt 6-10°	eben
Versuchsgröße	0,83 ha	0,92 ha
Zahl der Prüf- glieder	16	15
Versuchsanlage	Blockanlage 4 Wieder- holungen	Blockanlage 4-fach wieder- holt
Verband	2 x 2 m	2 x 2 m
Pflanzen/ Par- zelle	30	36

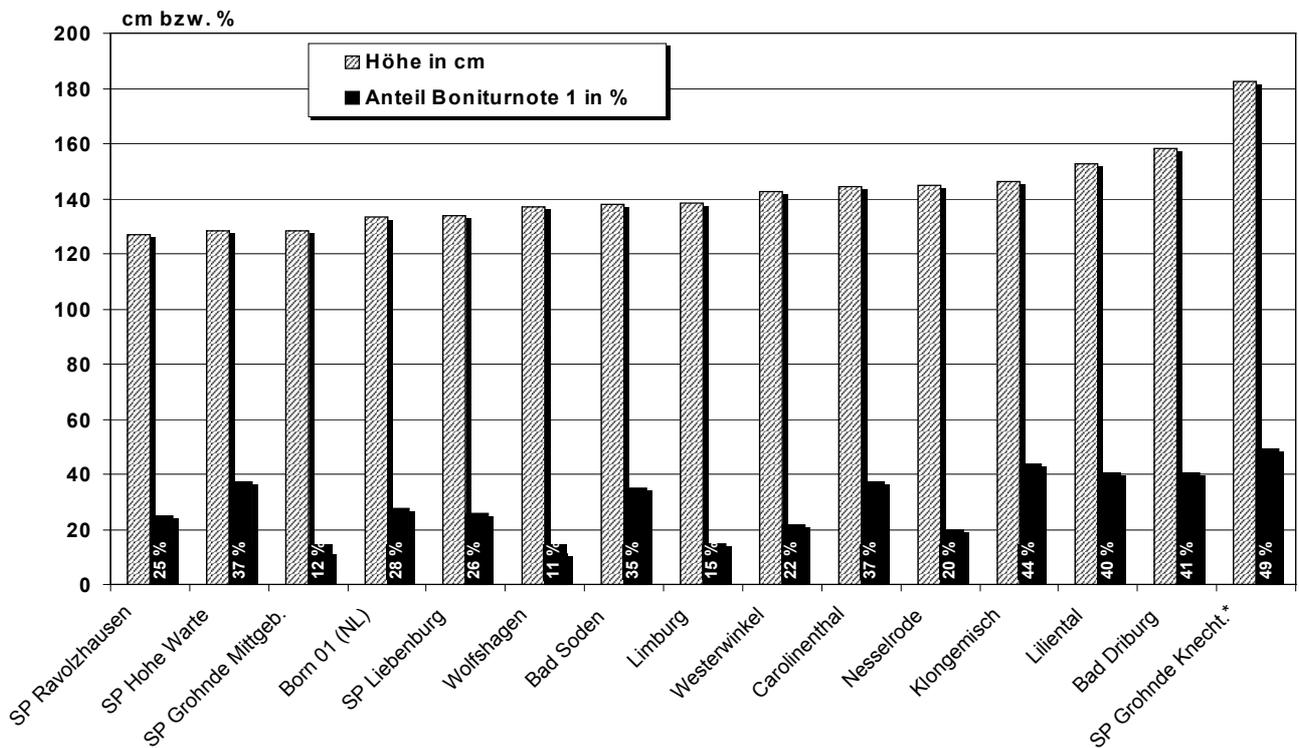


Abb. 1: Ergebnisse der Höhenmessung und Anteil der Bäume mit Schaftformbonitur-Note 1 in Tempelberg 2004 (* signifikant bei 5%)

Fig. 1: Mean height and percentage of trees with stem form note 1 at site Tempelberg in 2004

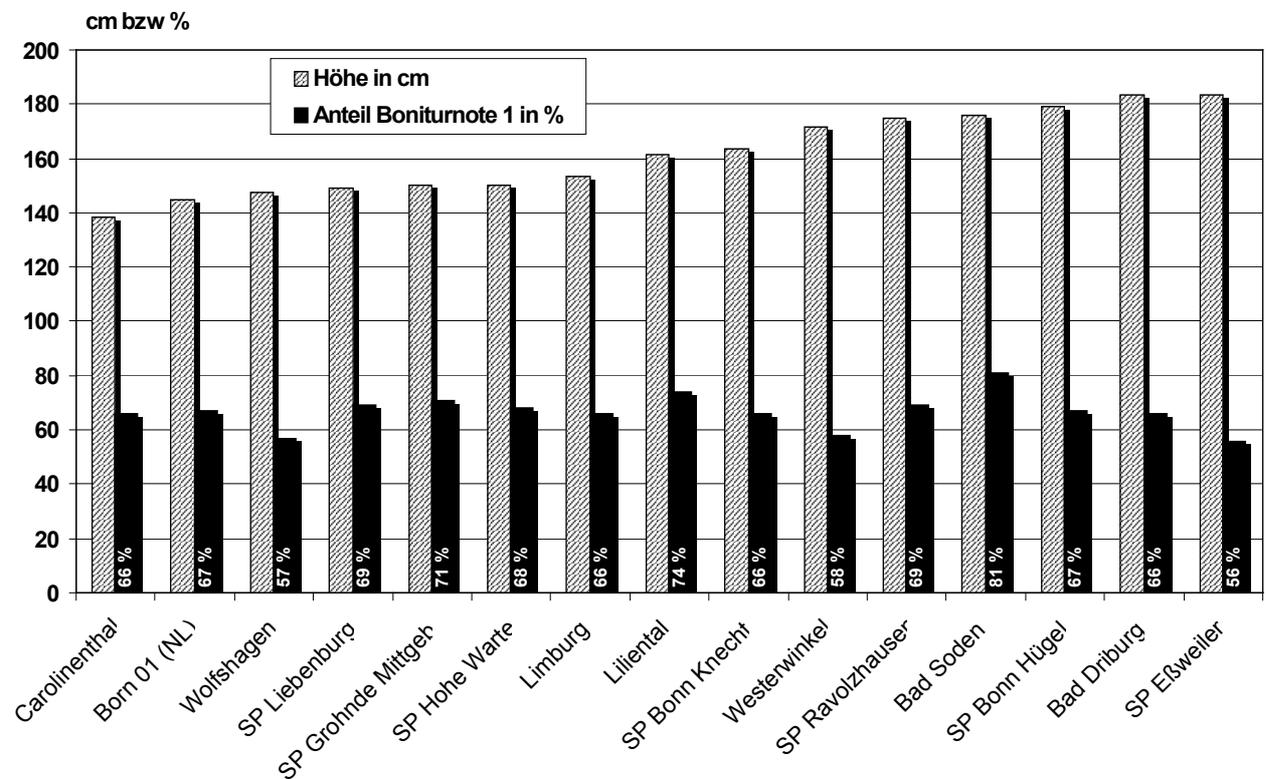


Abb. 2: Ergebnisse der Höhenmessung und Anteil der Bäume mit Schaftformbonitur-Note 1 in Melzow 2004

Fig. 2: Mean height and percentage of trees with stem form note 1 at site Melzow in 2004

Die Varianzanalyse mit anschließendem Dunnett-Test erfolgte über die Parzellenmittelwerte. Als Standard diente die Nachkommenschaft der Samenplantage „Liebenburg“. Eine signifikante Überlegenheit über den Standard konnte für die Niedersächsische Samenplantage „Knechtsteden“ auf der Fläche Tempelberg nachgewiesen werden.

Für die Schaftformbonitur 2004 fand die nachfolgende Abstufung Anwendung:

Note 1: durchgängiger Haupttrieb mit nur geringen Abweichungen,

Note 2: erkennbar durchgängiger Haupttrieb mit stärkeren Abweichungen,

Note 3: kein baumförmiger Wuchs erkennbar.

Der jeweilige Anteil der mit Note 1 bewerteten Bäume ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Auf der Fläche in Melzow bildeten die Vogelkirschen mit einem durchschnittlichen Anteil von 67 % Note 1 eine deutlich bessere Schaftform aus als auf der Fläche in Tempelberg (28 % Note 1). Dabei zeigen sich teilweise deutliche Unterschiede zwischen den Nachkommenschaften.

Nach den vorläufigen Ergebnissen des noch sehr jungen Versuches scheint insbesondere die niedersächsische Samenplantage „Knechtsteden“ für die Brandenburger Verhältnisse geeignet, da sie eine gute Wüchsigkeit mit entsprechenden Qualitätseigenschaften verbindet. Für eine umfassende Bewertung weiterer Nachkommenschaften sollte die Entwicklung der kommenden Jahre sowie die gemeinsame Auswertung der Versuchsflächen in den anderen Bundesländern abgewartet werden. Allerdings steht künftig nur noch die Fläche Tempelberg zur Verfügung, da durch Mäusefraß in Winterhalbjahr 2004/05 auf der Fläche Melzow Ausfälle von > 40% zu verzeichnen sind.

Literatur

MEIER-DINKEL, A. (1986): In vitro Vermehrung ausgewählter Genotypen der Vogelkirsche (*Prunus avium* L.). *Allg.Forst-u. J.Ztg.*, 157: 139-144.

MLUR (2004): Waldbau-Richtlinie 2004 „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg, Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam.

Anschrift der Autorin:

Dagmar Schneck
Amt für Forstwirtschaft Müllrose
Außenstelle Waldsieversdorf
Landesstelle für Forstliches Vermehrungsgut, Eberswalder Ch. 3,
15377 Waldsieversdorf
E-Mail:
dagmar.schneck@affmul.brandenburg.de

Ein Langzeitprogramm zur Züchtung von Hybridlärche (*Larix x eurolepis* Henry)

Volker Schneck

Zusammenfassung

Anfang der 60er Jahre initiierte der Leiter des damaligen Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung Schmalenbeck, Professor Langner, in Zusammenarbeit mit der Firma F. von Lochow-Petkus ein Programm zur Züchtung von Hybridlärchen (*Larix x eurolepis* Henry). Das Ziel dieses Programms lag im Auffinden wüchsiger und qualitativ guter Hybridnackkommenschaften. Dabei standen die leichte Reproduzierbarkeit der besten Hybridsorten und die Möglichkeit einer Zulassung als "Geprüftes Vermehrungsgut" entsprechend den gesetzlichen Vorgaben im Vordergrund.

Als Resultat der Kreuzungsarbeiten entstanden insgesamt 81 Hybridsorten, die zusammen mit 20 Standards (reine Europäische oder Japanische Lärchen) und acht Mischpopulationen (Vermehrungsgut aus gemischten Beständen der beiden Lärchenarten) von 1972-1989 in 30 Feldversuchen und einem Baumschulversuch ausgepflanzt wurden.

Zur Beurteilung der Wuchsleistung der einzelnen Nackkommenschaften wurden der aus dem Brusthöhendurchmesser ermittelte jährliche Stammgrundflächenzuwachs je Produktionsflächeneinheit sowie der jährliche Höhenzuwachs verwendet.

Die Ergebnisse der Versuche bestätigen die Erkenntnis, dass sich Hybriden zwischen Europäischer und Japanischer Lärche durch besseres Wachstum als Nackkommenschaften der reinen Arten auszeichnen. Die meisten Hybriden erreichen für den jährlichen Stammgrundflächenzuwachs Werte, die um 20-140 % über denen des jeweils besten Standards liegen. Die Hybriden haben durchschnittlich bessere Überlebensraten als die Standards. Auch hinsichtlich des Anteils an gut geformten Stämmen werden die Standards von den meisten Hybriden übertroffen.

Im Rahmen dieses Züchtungsprogramms ist bisher eine Samenplantage als Ausgangsmaterial für "Geprüftes Vermehrungsgut" („LOLA 1“) zugelassen worden. Die vorliegenden Versuchsergebnisse erlauben die Auswahl weiterer Auslesebaumklone der Europäischen Lärche für die Anlage von Samenplantagen zur Produktion von hochwertigem Hybridlärchensaatgut nach dem Muster der bereits existierenden Plantage.

A long term breeding programme of hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry)

Abstract

In the early Sixties of the last century the former head of the Institute for Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Professor Langner, started a programme for breeding of hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry) in cooperation with the seed and plant breeding company F. von Lochow-Petkus. Breeding of well growing hybrids with little effort and their easy reproduction were the main aims. A polycross design was used. Clones of *Larix decidua* as mother trees were open pollinated with a mixture of pollen of different trees of *Larix kaempferi*. The plus trees of *Larix decidua* were selected in autochthonous stands in the Alps mainly but also in older provenance trials and secondary stands of unknown origin. In the whole 81 hybrid progenies were produced and planted together with 20 progenies of stands of the pure species (*Larix decidua* and *Larix kaempferi*) as standards and 8 progenies derived from seeds harvested in mixed stands of the two larch species. Thirty field trials and one nursery test were planted on different sites in Germany (27), France (2) and Austria (2) between 1972 and 1989.

Annual basal area increment per production area calculated from diameter at breast height was used together with annual height increment as measure for the assessment of growth performance.

Results of the trials confirm the experiences, that hybrids grow better than progenies of both pure species. The annual basal area increment of hybrids is 20 - 140 % higher than the increment of the respective best standard. Hybrids survive better than the pure species on average. Mostly stem form of the hybrid larches is better than for standards. Especially this can be observed if the mother trees of *Larix decidua* were selected from the Alps.

Up to now one seed orchard has been established for the production of hybrid seeds within the frame of this breeding programme. The seed orchard is approved as basic material for production of tested reproductive material ("LOLA 1"). The results of these trials allow the selection of additional plus tree clones of *Larix decidua* for establishing hybrid larch seed orchards.

Einleitung

Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die hervorragende Wuchsleistung spontan entstandener Hybriden zwischen der Europäischen (*Larix decidua* Mill.) und der Japanischen Lärche (*Larix kaempferi* [Lamb.] Carr.) beobachtet (HENRY, FLOOD 1919). Aufgrund dieser Beobachtungen wurden in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts erste Kreuzungsexperimente mit Lärchen in Deutschland durchgeführt (DENGLER 1941, LANGNER 1951/52). Seither ist in vielen Versuchen die überlegene Wuchsleistung von Hybridlärchen gegenüber Nachkommen der reinen Arten beobachtet worden (z. B. GOTHE et al. 1982; KEIDING 1980, HERING et al. 1989, PÂQUES 1992a, WEISER 1992, WEISGERBER, ŠINDELÁR 1992). Ebenfalls kann wegen der Verbindung zweier Arten mit unterschiedlichen Standortansprüchen von einer hohen Standorttoleranz der Hybriden ausgegangen werden. Daher scheint der Anbau von Hybridlärchen vor allem überall dort erfolgsversprechend zu sein, wo die reinen Arten wegen mangelnder Standorteignung geringe und unsichere Holzerträge erwarten lassen.

Dem Einsatz der Hybridlärche in nennenswertem Umfange stand und steht auch heute noch die Schwierigkeit der Erzeugung ausreichender Mengen Saatgut entgegen. Viele Zuchtmethoden benötigen hohe Aufwendungen und haben komplizierte Arbeitsabläufe zur Voraussetzung. Zielsetzung des hier vorgestellten und von Professor LANGNER initiierten Zuchtprogramms war es deshalb, ein Verfahren zu finden, das die

Einbeziehung möglichst vieler Ausleseebäume bei geringem Arbeitsaufwand für die Herstellung und Prüfung der Hybriden ermöglicht und gleichzeitig eine zu starke Einengung der genetischen Vielfalt verhindert. Weiterhin sollte ein praktikables Verfahren für die Reproduktion der besten Hybridlärchen entwickelt werden.

Da eine Großvermehrung zur Produktion von handelsfähigem Saatgut nicht zum Aufgabengebiet eines wissenschaftlichen Instituts gerechnet werden kann, wurde die landwirtschaftliche Saatzuchtfirma F. von Lochow-Petkus als Partner gewonnen.

Eine detaillierte Darstellung des Ablaufs und der Ergebnisse dieses Langzeitzuchtprogramms haben LANGNER und SCHNECK (1998) gegeben.

Material und Methode

Wegen der erwähnten Zielsetzungen schied die Durchführung von Kreuzungen mit Isolation und kontrollierter Bestäubung aus. Es wurde ein Verfahren gewählt, bei dem Klone der Europäischen Lärche einer Bestäubung durch Pollengemische verschiedener Japanischer Lärchen ausgesetzt werden. Dafür wurden Pfropflinge von Ausleseebäumen der Europäischen Lärche klonweise getrennt als Gruppen in jüngeren, bald blühfähigen Japanlärchenbeständen ausgepflanzt (Abb. 1). Die Verteilung der Klongruppen erfolgte so, dass jeder Klon mit großer Wahrscheinlichkeit nur durch Pollen der Japanischen Lärchen oder durch Eigenpollen bestäubt werden konnte. Als Mindestabstand zwi-

schen den Klongruppen wurden 50 m gewählt, da Lärchenpollen wegen fehlender Luftsäcke hohe Sinkgeschwindigkeiten aufweisen und dadurch ihre Flugweite eingeschränkt ist.

Die als weibliche Partner eingesetzten Klone von Auslesebäumen der Europäischen Lärche wurden in autochthonen Beständen in den Alpen, in Provenienzversuchen und in Beständen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets selektiert. Auf die Auswahl von Japanlärchen definierter Herkunft wurde verzichtet, da aus früheren Versuchen in Deutschland bekannt war, dass Herkunftsunterschiede bei dieser Baumart im Vergleich zur Europäischen Lärche gering sind (SCHOBER, RAU 1991).

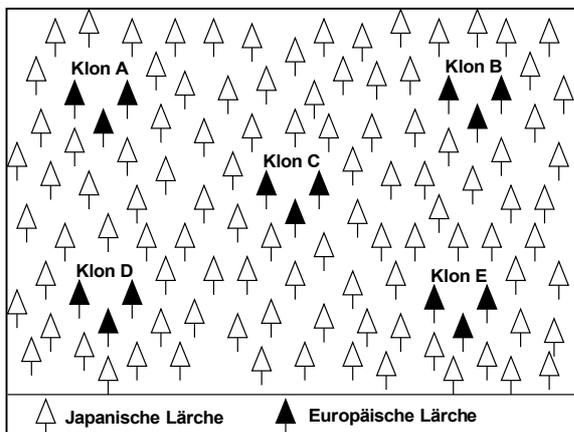


Abb. 1: Schema der Auspflanzung der Klongruppen der Europäischen Lärche in einem Bestand aus Japanischer Lärche zur Erzeugung von Hybridlärchensaatgut.

Fig. 1: Planting scheme of grafted clones of European larch for production of hybrids

Insgesamt sind 81 Hybridnachkommenschaften, 20 Nachkommenschaften reiner Bestände von Europäischer und Japanischer Lärche und 8 Nachkommenschaften gemischter Bestände zwischen 1972 und 1989 in 31 Nachkommenschaftsprüfungen ausgepflanzt worden (Tab. 1). Je Versuch variierte die Anzahl der geprüften Nachkommenschaften von acht bis 23. Je Parzelle wurden zwischen neun und 36 Bäume im Verband 1,5 m x 1,5 m ausgepflanzt.

Die Versuchsflächen sind über ganz Deutschland mit einem Schwergewicht in

Westdeutschland verteilt. Zwei Flächen befinden sich in Frankreich und zwei in Österreich. Die Summe des Jahresniederschlags liegt für die einzelnen Versuchsflächen zwischen 534 und 1280 mm und die jeweilige Jahresmitteltemperatur beträgt zwischen 6,0 und 10,2 °C.

Anhand des Wachstums der Nachkommenschaften der reinen Arten auf der jeweiligen Versuchsfläche erfolgte eine Einstufung der Fläche als besser geeignet für Japanische oder Europäische Lärche (Japanlärchenfläche/ Europalärchenfläche).

Für jeden Baum wurden in verschiedenen Altersstufen die Höhe und der Brusthöhendurchmesser ermittelt sowie die Schaftform bonitiert. Höhenmessungen erfolgten nur in den ersten Jahren nach der Versuchs begründung. Für die Beurteilung der Wuchsleistung der Prüfsorten wurde in erster Linie der aus den Durchmesserwerten ermittelte Stammgrundflächenzuwachs je Produktionsflächeneinheit (SGZ) verwendet:

$$SGZ = \frac{\sum \left(\frac{\pi}{4} BHD^2 \right)}{(n \times a)}$$

Dabei bedeuten: BHD – Brusthöhendurchmesser, n – ursprüngliche Anzahl von Pflanzen je Nachkommenschaft und a – Pflanzenalter.

Der Stammgrundflächenzuwachs wurde für die Beurteilung der Wuchsleistung der einzelnen Nachkommenschaften den Mittelwerten der Durchmesser vorgezogen, weil diese wegen der Abhängigkeit des Durchmesserwachstums vom Standraum nur bei ähnlichen Stammzahlen Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Nachkommenschaften zulassen können. Diese Bedingung war für die Nachkommenschaften in den einzelnen Versuchen oft nicht erfüllt.

Die Schaftform wurde in der Regel in drei Stufen (Noten) bonitiert. Die Note 1 erhielten Bäume mit fehlerfreien Stämmen, die Note 2 alle Bäume, für die trotz leichter Krümmungen einzuschätzen war, dass sie für die Stammholzproduktion nutzbar sind.

Alle schlecht geformten Bäume wurden mit 3 bewertet. Für die Beurteilung der Nachkommenschaften war der Prozentsatz der gut

geformten Bäume (Note 1 und 2) bezogen auf die Ausgangspflanzenzahl von Bedeutung.

Tab. 1: Zusammengefasste Darstellung der geprüften Sorten
Summarized presentation of tested progenies

Art des Materials	Anzahl	Bemerkungen
Standard Europäische Lärche	8	
Bestände	4	zugelassene Bestände, darunter die Sonderherkünfte „Schlitz“ und „Wildeck“
Samenplantagen	4	zugelassene Samenplantagen und eine Klonsammlung
Standard Japanische Lärche	12	
Bestände	4	zugelassene Bestände
Samenplantagen	2	Klonsammlung
Einzelstammnachkommenschaften	6	Japanlärchenklone einer späteren Hybridsamenplantage
Bestand Sibirische Lärche	1	deutscher Sekundärbestand der Herkunft Irkutsk
Mischpopulationen	8	
Grundbestand Europäische Lärche	3	Beerntung von Europalärchen in gemischten Beständen bzw. einer Samenplantage
Grundbestand Japanische Lärche	5	Beerntung von Japanlärchen in gemischten Beständen bzw. einer Samenplantage
Hybriden (HE)	81	
Samenplantagen	7	eine dänische Samenplantage (Humlebaek) und mehrere im Rahmen des Zuchtprogramms entstandene Plantagen
Herkunft Alpen	41	Auslese in autochthonen Beständen in den Alpen
Herkunft Sudeten	4	Auslese in einem Provenienzversuch
Herkunft unbekannt	23	Auslese in Sekundärbeständen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets
andere	6	Mischsaatgut aus kontrollierten Kreuzungen; Auslese in Provenienzversuchen

Ergebnisse

In den einzelnen Versuchen zeichnen sich die Hybridlärchen durch gutes, den Nachkommenschaften der reinen Arten (Standards) oft deutlich überlegenes Wachstum aus. So liegt der jährliche Stammgrundflächenzuwachs der Gruppe der Hybriden im Durchschnitt der Europalärchenflächen um 52 % über den Europäischen Lärchen und um 141 % über den Japanischen Lärchen. Auf den Japanlärchenflächen beträgt die Überlegenheit der Hybriden 68 % gegenüber den Japanischen Lärchen und 104 % gegenüber den Europäischen Lärchen (Abb. 2). Die Streuung zwischen den Werten für die einzelnen Nachkommenschaften innerhalb der verschiedenen Gruppen ist sehr groß. Hier werden die genetisch bedingten Unterschiede in der Wuchsleistung der Nach-

kommenschaften aber auch Unterschiede in den Standortverhältnissen der einzelnen Versuchsflächen sichtbar.

Auch beim Qualitätsmerkmal Stammform schneiden die Hybriden deutlich besser als die Nachkommenschaften der reinen Arten ab (Abb. 3). Im Mittel aller Versuche liegt der Anteil an gut geformten Bäumen bei den Hybriden gegenüber den Europäischen Lärchen um 18,5 und gegenüber den Japanischen Lärchen um 10,4 Prozentpunkte höher. Den höchsten Anteil an gut geformten Bäumen haben Hybriden, deren Mutterklone in den Alpen selektiert wurden. Hybriden mit relativ schlechter Stammform stammen meist von Mutterbäumen aus den Sudeten oder mit unbekanntem Ursprung ab. Der Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen beträgt rund 11 Prozentpunkte.

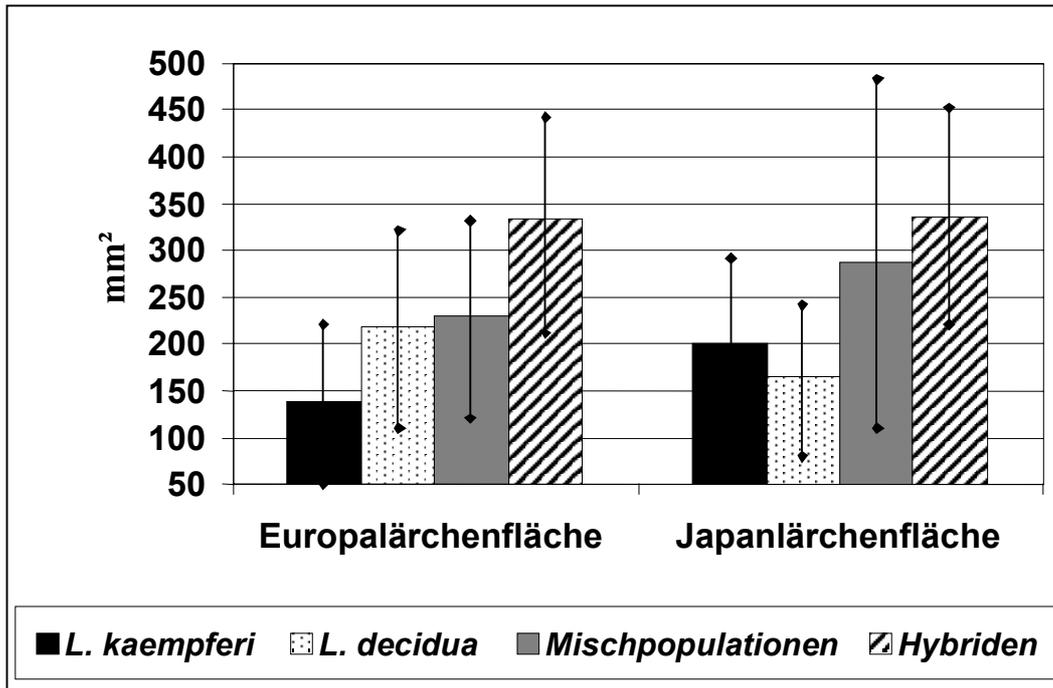


Abb. 2: Mittlerer jährlicher Stammgrundflächenzuwachs je Produktionsflächeneinheit (2,25 m²) für verschiedene Nachkommenschaftsgruppen und Spannweite der einzelnen Nachkommenschaftsmittel

Fig. 2: Average of annual basal area increment per production area (2.25 m²) for different groups of progenies and range of single means of progenies

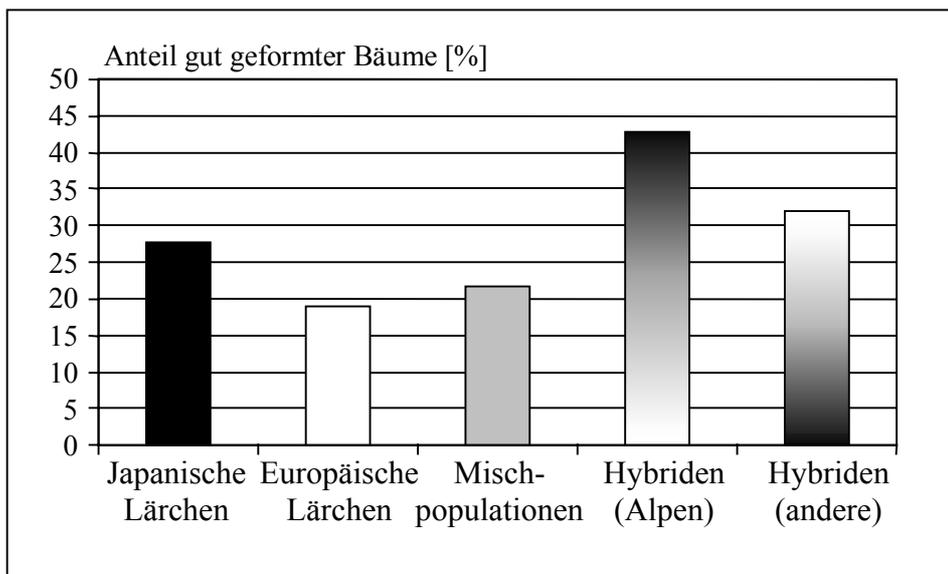


Abb. 3: Mittlerer Anteil gut geformter Bäume für verschiedene Nachkommenschaftsgruppen (bezogen auf Anzahl ursprünglich gepflanzter Bäume).

Fig. 3: Average rate of well formed trees for different groups of progenies (refer to number of trees planted initially)

Neben überlegener Wuchsleistung und Stammform zeichnet sich die Gruppe der Hybriden auch durch eine hohe Überlebensrate aus. Auf beiden Flächentypen weisen die Hybriden im Vergleich zu den reinen Arten die höheren Werte auf. Im Durchschnitt ist das Überleben auf den Japanlärchenflächen besser und die Unterschiede zwischen den Nachkommenschaftsgruppen sind geringer. Die Ursache hierfür ist in den im Vergleich zu den Europalärchenflächen günstigeren Standortbedingungen auf diesen Flächen zu sehen. Da die Hybriden auf beiden Flächentypen sehr gut überlebt haben, ist für sie eine deutlich breitere ökologische Amplitude als für die reinen Arten anzunehmen.

Um die Leistung der einzelnen Nachkommenschaften miteinander vergleichen zu können, wurde die relative Leistung im Vergleich zum jeweils besten Standard (reine Art) berechnet (Abb. 4). Neben der meist erheblichen Überlegenheit der Hybriden

gegenüber reinen Japanischen und Europäischen Lärchen fallen die deutlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Hybridnachkommenschaften auf. Die besten Wuchsleistungen weisen Hybriden auf, deren Mutterklone nicht aus den Alpen stammten. Andererseits ist die bereits erwähnte gute Schaftform der meisten Hybriden mit Mutterbäumen aus den Alpen auffallend.

Die Ergebnisse der Versuche erlauben die Identifizierung von Nachkommenschaften, die sowohl eine sehr gute Wuchsleistung als auch gute Schaftform aufweisen. Interessant sind insbesondere solche Nachkommenschaften, die bei allen Merkmalen den besten Standard der jeweiligen Versuchsfläche übertreffen und darüber hinaus auch im Vergleich zwischen den Hybriden in der Spitzengruppe liegen. Insbesondere trifft dies auf die Nachkommenschaften HE 11, HE 18, HE 37, HE 43, HE 69 und HE 70 zu.

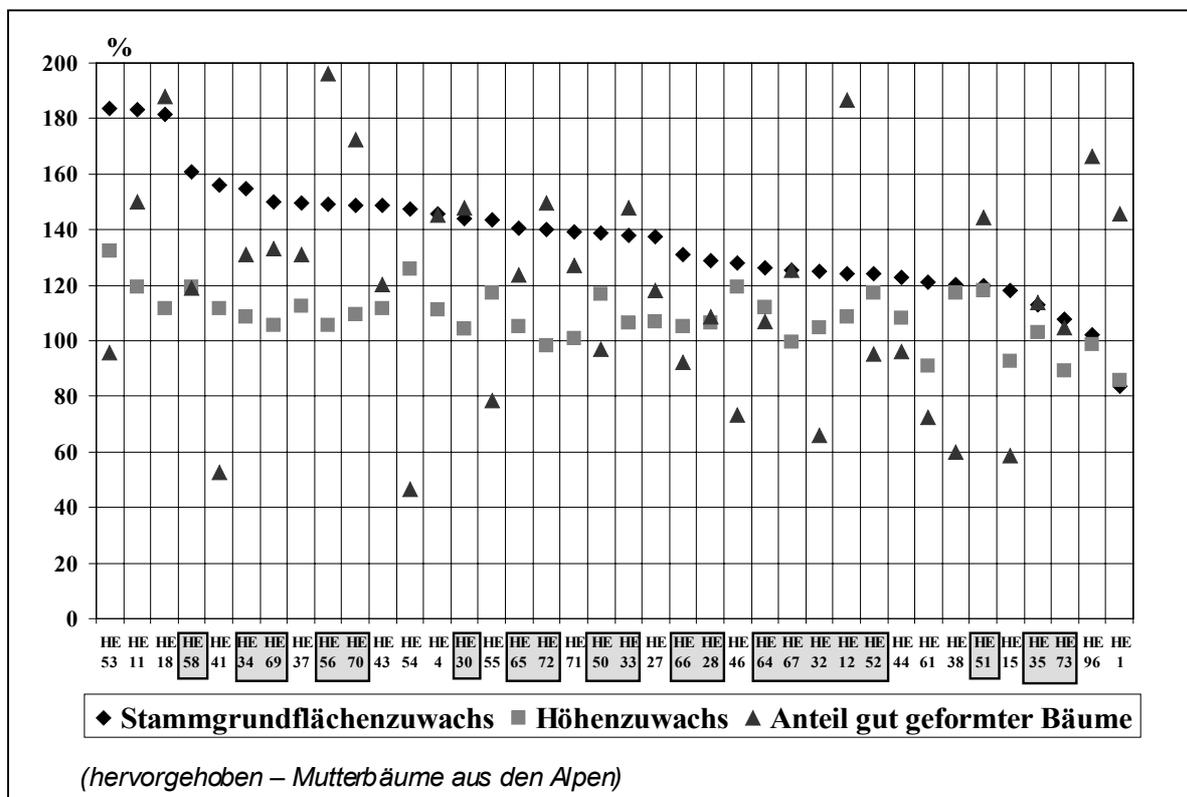


Abb. 4: Mittlere relative Leistung (bezogen auf den im jeweiligen Versuch besten Standard) der Hybridnachkommenschaften für ausgewählte Merkmale

Fig. 4: Means of relative performance (in relation to best standard in respective trial) of the hybrid progenies for selected traits

Diskussion

Die Ergebnisse der Versuche belegen das überlegene Wachstum von Hybridlärchen gegenüber Nachkommenschaften der reinen Arten. Neben guter Wuchsleistung zeichnen sich viele der geprüften Hybridnachkommenschaften durch einen hohen Anteil an gut geformten Bäumen aus. Dem Befund, dass Hybridlärchen zwar gutes Wachstum aber oft eine unbefriedigende Schaftform aufweisen (HERING et al. 1989, PÂQUES 1992b, WEISER 1992), kann anhand der Ergebnisse der hier vorgestellten Versuche nicht gefolgt werden. Die Schaftform der Hybriden ist überwiegend besser als die der Standards. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es bei diesem Merkmal entscheidend darauf ankommt, aus welchen Populationen die Elternklone stammen. Besonders wenn Auslesebaumklone von Alpenlärchen als Sameneltern fungieren, weisen die Hybriden gute Schaftformen auf. Die verwendeten Auslesebaumklone aus den Sudeten sind dagegen hinsichtlich dieses Merkmals ungünstiger zu beurteilen.

Anhand der vorliegenden Versuchsergebnisse können eine Reihe von Hybridnachkommenschaften ausgelesen werden, die hervorragendes bis sehr gutes Wachstum und gute Stammform in sich vereinen und deren Mutterklone deshalb für die Anlage von Samenplantagen genutzt werden können.

Bisher ist im Rahmen dieses Zuchtprogramms eine Samenplantage zur Produktion von Hybridlärchensaatgut als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von „Geprüftem Vermehrungsgut“ zugelassen worden (im Versuch Nachkommenschaft „HE 18“). Dieses Saatgut wird unter der Bezeichnung „LOLA 1“ vertrieben. Nach Untersuchungen von HÄCKER und BERGMANN (1991) lag der Hybridanteil im Saatgut, das in dieser Plantage in drei verschiedenen Jahren geerntet wurde, zwischen 82 und 85 %.

Die waldbaulichen Zielstellungen haben sich in Deutschland seit dem Beginn dieses Zuchtprogramms grundlegend hin zu einer mehr naturnahen Wirtschaft geändert. Damit hat sich der Anteil an Kunstverjüngungen erheblich verringert und der Anteil an Nadelbäumen bei Aufforstungen ist deutlich zurückgegangen. Deshalb ist das Interesse

der deutschen Forstwirtschaft an Vermehrungsgut der Hybridlärche trotz der guten Eigenschaften dieser Baumart gering. Hybridlärchen können aber zukünftig für die Neubegründung von Wald und in Waldentwicklungstypen zusammen mit der Rotbuche eingesetzt werden (KOHLSTOCK 1992, OTTO 1991). Gerade bei Erstaufforstungen spricht neben der Vorwaldbildung auch die Möglichkeit der Erzeugung absatzfähiger Holzsortimente in vergleichbar kurzer Zeit für die Hybridlärche.

International besteht durchaus ein Interesse an Hybridlärchen, so dass in Deutschland erzeugtes Saatgut nach Westeuropa und Übersee verkauft wird. Dieses Interesse wird auch durch eine Reihe von Züchtungsaktivitäten in verschiedenen Ländern belegt (LI, WYCKHOFF 1994, PÂQUES 2002).

Kurzfristig sind keine neuen Aktivitäten im Bereich der Hybridlärchenzüchtung in Deutschland zu erwarten. Allerdings werden die bestehenden Nachkommenschaftsprüfungen auch zukünftig aufgenommen und ausgewertet. Anhand der vorliegenden und zukünftiger Ergebnisse dieser Prüfungen sollten weitere Samenplantagen angelegt werden. Dies ist auch wichtig, um die genetische Basis der Hybridlärche zu erweitern. Von Interesse ist weiterhin, ob das überlegene Wachstum der Hybriden mit zunehmendem Alter beibehalten wird, wie es sich mit der Krebsresistenz verhält, wie die Holzqualität der Hybriden zu beurteilen ist und gegebenenfalls beeinflusst werden kann und wie die Nachkommenschaften von Hybridlärchen (F2-Generation) zu bewerten sind.

Literatur

DENGLER, A. (1941): Bericht über Kreuzungsversuche zwischen europäischer und japanischer Lärche. *Mitteilungen der Akademie der deutschen Forstwissenschaften* 1: 87-109.

GOTHE, H., SCHOBER, R., BORK, H. (1980): Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C., Herkunft Schlitz und *Larix leptolepis* Gord. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 151: 101-112.

- HÄCKER, M., BERGMANN, F. (1991): The proportions of hybrids in seed from a seed orchard composed of two larch species (*L. europaea* and *leptolepis*). *Annales Science Forestiere* 48: 621-640.
- HENRY, A., FLOOD, M. G. (1919): The history of the Dunkeld hybrid larch *Larix eurolepis*, with notes on other hybrid conifers. *Royal Irish Academy Proceedings Band XXXV, Sect. B.*: 55-66.
- HERING, S., HAASEMANN, W., BRAUN, H. (1989): Ergebnisse eines 19-jährigen Anbauversuchs mit Hybrid-, Europäer- und Japanerlärchen im Rauchschadgebiet des oberen Erzgebirges. *Beiträge für die Forstwirtschaft* 23: 11-17.
- KEIDING, H. (1980): Hybridlärkens vækst og tilpasningsevne i forhold til de rene arter. *Dansk Skovfor. Tidsskrift* 65: 204-234.
- KOHLSTOCK, N. (1992): Ackeraufforstung. Ein Beitrag zum Thema Ackeraufforstung aus Sicht der Forstpflanzenzüchtung. *Der Wald* 42: 406-407.
- LANGNER, W. (1951/52): Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* (D. C.) und *Larix leptolepis* (Gord.). *Zeitschrift für Forstgenetik* 1: 2-18 und 40-56.
- LANGNER, W., SCHNECK, V. (1998): Ein Beitrag zur Züchtung von Hybridlärchen (*Larix x eurolepis* Henry). J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 159 S.
- LI, B., WYKOFF, G.W. (1994): Breeding strategies for *Larix decidua*, *L. leptolepis* and their hybrids in the United States. *Forest Genetics* 1: 65-72.
- OTTO, H., (1991): Langfristige ökologische Waldbauplanung in den niedersächsischen Landesforsten, Band 1 und Band 2. Schriftenreihe „Aus dem Walde“, Nr. 42 u. 43, Niedersächsisches Forstplanungsamt, Wolfenbüttel.
- PÂQUES, L.E. (1992a): First evaluation of genetic parameters in a factorial mating design with hybrid larch (*Larix decidua* x *Larix kaempferi*). In: WEISGERBER, H. (ed.): "Results and future trends in larch breeding on the basis of provenance research.", Proceedings of Meeting of the IUFRO-Working Party S2.02-07, Berlin, 5-12.
- PÂQUES, L.E. (1992b): Inheritance and estimated genetic gains in a clonal test of hybrid larch (*Larix x eurolepis*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 7: 355-365.
- PÂQUES, L.E., (2002): Larch tree improvement programme in France. In: PÂQUES, L.E. (ed.): Improvement of larch (*Larix sp.*) for growth, stem form and wood quality. Proc. Internat. Symp., Gap, 16.-21. Sept. 2002, 104-118.
- SCHOBER, R., RAU, H.M. (1991): Ergebnisse des I. Internationalen Japanlärchen-Provenienzversuchs. Schriften der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 102, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main.
- WEISER, F. (1992): Tree improvement of larch at Waldsiedersdorf: Status and prospects. *Silvae Genetica* 41: 181-188.
- WEISGERBER, H., ŠINDELÁR, J. (1992): IUFRO's role in coniferous tree improvement. - History, results and future trends of research and international cooperation with European larch (*Larix decidua* Mill.). *Silvae Genetica* 41: 150-161.

Anschrift des Autors:

Volker Schneck
 Bundesforschungsanstalt für Forst- und
 Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und
 Forstpflanzenzüchtung
 Eberswalder Ch.3A
 15377 Waldsiedersdorf
 E-Mail: schneck@holz.uni-hamburg.de

TreeBreedEx – ein Impuls für die europäische Forstpflanzenzüchtung

Volker Schneck und Armin König

Zusammenfassung

Ausgangslage

In vielen europäischen Ländern wird seit über 100 Jahren Provenienzforschung und seit über 50 Jahren Forstpflanzenzüchtung betrieben. Die Ressourcen sind auf viele Institutionen verteilt. Weitere Kennzeichen:

- Personalreduktion und Reduktion der Forschungsförderung in einzelnen Instituten und auf nationaler Ebene führt zum Verlust der notwendigen „kritischen Masse“
- Folge: eingeschränkte Versuchsbetreuung und -auswertung sowie unzureichende Vermittlung von Versuchsergebnissen an die forstliche Praxis
- Verlust an Wissen. Dieser führt zur nicht optimalen Nutzung forstgenetischer Ressourcen und damit auch zu einer Verringerung der Angepasstheit und Produktionsfähigkeit von Waldbeständen
- Geeignetes Ausgangsmaterial steht nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung.

Ziel

Die unter französischer Initiative entwickelte und von der Kommission der EG geförderte „Koordinierte Aktion TreeBreedEx“ soll die auf viele europäische Institutionen verteilten Ressourcen bündeln und daher für Europa effizienter nutzbar machen. Parallelarbeiten sollen vermieden und aus der Kenntnis lokaler Gegebenheiten und Ergebnisse neue, gemeinsame Forschungsinitiativen entwickelt werden. Vorhandenes Wissen soll durch Gründung eines virtuellen Zentrums „Waldbaumzüchtung“ bewahrt und erweitert werden.

Motivation

Erkenntnisse über die Notwendigkeit der Angepasstheit und Anpassungsfähigkeit von Waldbaumpopulationen unterstreichen die Bedeutung forstlicher Anbau- und Feldversuche, da diese die Reaktion auf unterschiedliche Boden- und vor allem wechselnde Klimabedingungen während der Versuchsdauer akkumulieren. Versuche in wärmeren Regionen nehmen Reaktionen auf eine Klimaerwärmung geradezu vorweg. Deshalb ist ein länderübergreifender Informationsaustausch, wie ihn TreeBreedEx vorsieht, besonders wertvoll.

Geplante Aktivitäten

1. Projektmanagement
2. Gründung eines virtuellen Zentrums für Waldbaumzüchtung
3. Geographische Struktur genetischer Diversität von Arten: Abgrenzung adaptiver Grundeinheiten und Züchtungszonen
4. Struktur, Organisation und langfristige Erhaltung und Betreuung von Züchtungspopulationen
5. Verbesserung und Optimierung von Züchtungsstrategien, Methoden und Werkzeugen
6. Optimierung der Massenvermehrung verbesserten Vermehrungsguts und Verwendung im Wald.

Die Aktivitäten 3 bis 6 sollen alle auf die Gründung eines virtuellen Zentrums für Waldbaumzüchtung ausgerichtet sein.

An der koordinierten Aktion beteiligen sich 27 europäische Institutionen, von deutscher Seite: die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH), die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt (NFV) und das Landesforstpräsidium Sachsen (LFP).

TreeBreedEx – an Impulse for European Forest Tree Breeding

Abstract

Present situation

In many European countries provenance research takes place since more than 100 years and tree breeding is done since more than 50 years. Resources are distributed among many institutions. Further characteristics:

- Reduction of manpower and research funds in individual institutes and at a national level leads to a loss of the ‘critical mass’
- Result: Reduced maintenance of experiments and evaluation as well as mediocre transfer of results to forestry
- Loss of knowledge. This leads to non-optimal use of forest genetic resources and therefore also to a loss of adaptation and productivity of forests
- On demand suited basic material is not available at the necessary extent.

Goal

The ‘Coordinate Action TreeBreedEx’, initiated by France and supported by the Commission of the EC, intends to tie together the resources split up among many European institutions and make their use more efficient. Parallel work should be avoided, and on the basis of local knowledge and results new research initiatives shall be developed. The present knowledge shall be kept and enlarged by the creation of a virtual forest tree breeding centre.

Motivation

Knowledge on the indispensability of adaptation and adaptability of forest tree populations underpin the importance of forest field experiments, because they accumulate reactions on different soil- and especially varying climate conditions during the run of the experiments. Results achieved in warmer regions anticipate nothing less than effects of climate warming. For these reasons an information exchange between countries, as it is planned in TreeBreedEx, is extremely valuable.

Planned Activities

1. Management of the project
2. Creation of a virtual tree breeding centre
3. Geographical structure of genetic diversity of species: delineation of

adaptive environments and breeding zones at European level

4. Structure, organisation and long-term management of forest tree gene pools (breeding populations)
5. Improvement and optimisation of breeding strategies, methodologies and tools
6. Optimisation of improved variety mass-production and deployment in forests.

Activities 3 to 6 shall directly contribute to the creation of a virtual tree breeding centre.

27 European institutions participate in the ‘Co-ordinated Action’. German participants are the Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH), the Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt (NFV) and the Landesforstpräsidium Sachsen (LFP).

Anschrift der Autoren:

Volker Schneck¹, Armin König²
Bundesforschungsanstalt für Forst- und
Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und
Forstpflanzenzüchtung, Eberswalder Chaus-
see 3A, D-15377 Waldsiedersdorf¹ und
Sieker Landstr. 2, 22927 Großhansdorf²

Searching natural populations of *Araucaria angustifolia*: Conservation strategies for forest genetic resources in southern Brazil

Valdir M. Stefenon, Oliver Gailing, Reiner Finkeldey

Abstract

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. is the most important conifer species native to Southern Brazil. At the beginning of the 20th century, araucaria forests covered about 200,000 km² of southern Brazil, but the intensive exploitation reduced them to about 3% of its original area. Due to the ecological and economical importance of *A. angustifolia*, the discussion about conservation and breeding of this species is increasing, and more knowledge about the patterns of genetic variation is required. In order to identify the pattern of genetic variation of *A. angustifolia* remnants, microsatellite markers were applied for the study of six natural populations in the highlands of Southern Brazil. The results show that all populations feature a relative high genetic variation, suggesting that also isolated and small populations should be evaluated for conservation and breeding programs.

Keywords: *Araucaria angustifolia*, genetic variation, genetic resources conservation, breeding

Erforschung natürlicher Vorkommen von *Araucaria angustifolia*: Erhaltungsstrategien für forstliche Genressourcen in Südbrasilien

Zusammenfassung

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. ist die wichtigste native Koniferenart in Südbrasilien. Anfang des 20. Jahrhunderts bedeckten in Südbrasilien Araukarien-Wälder noch eine Fläche von etwa 200.000 km². Aufgrund der hohen Qualität des Araukarienholzes wurden die Araukarien-Wälder im südbrasilianischen Hochland auf 3% des ursprünglichen Bestandes reduziert. Wegen der ökologischen und ökonomischen Wichtigkeit von *A. angustifolia* nimmt die Diskussion über Schutz- und Züchtungsprogramme zu. Mehr Kenntnisse über die Muster der Verteilung der genetischen Diversität sind notwendig. Ziel der Untersuchung ist es, die genetische Variation von *A. angustifolia* durch die Analyse von Mikrosatelliten in sechs natürlichen Populationen aus dem südbrasilianischen Hochland festzustellen. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Populationen eine hohe genetische Variation aufweisen. Deswegen sollten auch isolierte und kleine Bestände für Erhaltungs- und Züchtungsprogramme bewertet werden.

Schlagwörter: *Araucaria angustifolia*, genetische Variation, Schutz der Genressourcen, , Züchtung

Introduction

“There were here so huge Araucarias that when the monkeys climbed them to pick up ‘pinhões’ (seeds), they had to stop on the way up to take a nap”

Folk’s proverb

At the beginning of the 20th century, Araucaria forests covered about 200,000 km² in

Southern Brazil. However, the high quality of its wood for many purposes led this species to an intensive exploitation process between the years 1940’s to 1970’s. Nowadays, the araucaria forests in Southern Brazilian highlands are reduced to about 3% of their original area (Fig. 1) and the species is classified as vulnerable in the IUCN Red List of Threatened Species. Recently, GUERRA et al. (2002) suggested that the economical valorization of

Araucaria forests through sustainable management of the forests may promote the conservation of the remnants and the natural regeneration of this species.

However, a sustainable management of the forest remnants implies knowledge about the genetic diversity distribution within and among populations, in order to make decisions that avoid the reduction of the genetic diversity.

This knowledge is also important for the establishment of *in-situ* conservation programs in natural reserves and agroforestry systems. These areas may serve as a source for genetic material for *ex-situ* conservation, plantation establishment and for the exploration of the adaptive capacity of different genetic resources through provenance trials.

In this study, the patterns of genetic diversity were estimated by means of SSR markers, for six natural populations of *A. angustifolia* sampled along the complete range of the species distribution in Brazil.

Material and Methods

Six remnant populations of *A. angustifolia* (n=384) were sampled within the complete range of the species distribution in southern Brazil (Fig. 1) and within- and among-populations were estimated by means of five microsatellite loci. The computer program GSED (GILLET 2005) was applied to estimate the expected heterozygosity (H_e), observed heterozygosity (H_o), allelic diversity (v_2 GREGORIUS 1978) and the departure from Hardy-Weinberg-Equilibrium (HWE). The inbreeding coefficient was calculated as $f = 1 - H_o/H_e$. In order to assess the distribution of the genetic diversity among populations, the genetic differentiation D_j of each population to the remainder and the total population differentiation δ (weighted arithmetic mean of D_j ; GREGORIUS & ROBERDS 1986) were estimated.

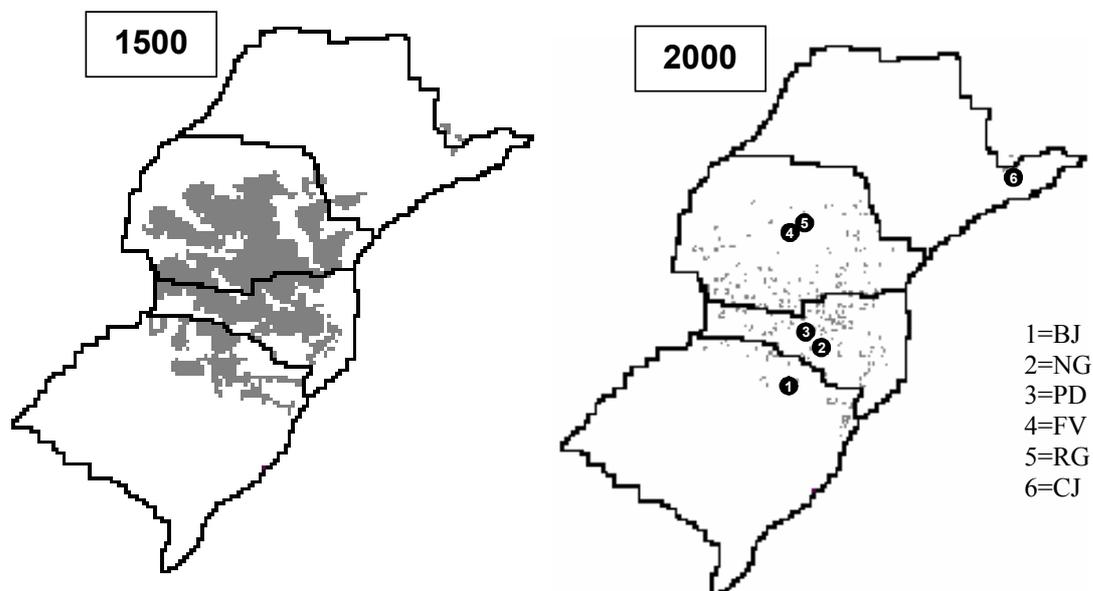


Fig. 1: Araucaria forest in Brazil (gray areas) at beginning of the 16th century and in year 2000. Dark dots indicate the locations of the investigated populations.

Modified from SOS Mata Atlântica (<http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=atlas>).

Abb. 1: Araukarien-Wälder in Brasilien (grau gekennzeichnet) am Anfang des 16. Jahrhunderts und im Jahr 2000. Dunkle Punkte geben die Lage der untersuchten Populationen wieder.

Verändert nach SOS Mata Atlântica (<http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=atlas>).

Results and Discussion

Within population diversity

Fragmented and isolated populations are expected to experience a reduction in genetic diversity through founder effects, genetic drift and/or bottlenecks. In spite of that, the analysed populations of *A. angustifolia* showed a relatively high level of genetic diversity. The five scored SSR loci displayed a high number of alleles (from

11 to 41) and high genetic variation. The expected heterozygosity (H_e) ranged from 0.58 to 0.75 and the inbreeding coefficient (f) from 0.092 to 0.185 (Fig. 2).

Fifteen out of 30 locus/population combinations showed significant deviation from HWE. One of the loci yielded no significant deviation from HWE, none of the loci showed significant deviation for all populations.

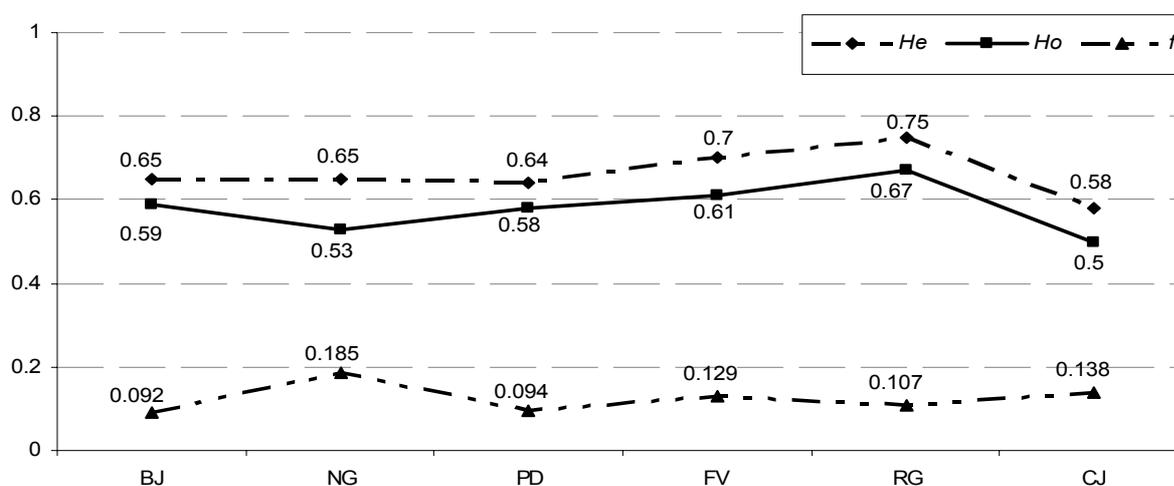


Fig. 2: Expected and observed heterozygosity (H_e and H_o) and inbreeding coefficient (f) for six *A. angustifolia* populations.

Abb. 2: Erwartete und beobachtete Heterozygotie (H_e und H_o) und Inzuchtkoeffizient (f) für sechs *A. angustifolia* Populationen.

Considering the live history of *A. angustifolia*, the values for mean expected and observed heterozygosity ($H_e=0.66$, $H_o=0.58$) are within the range of mean values summarized by NYBOM (2004) for long-lived perennial species ($H_e=0.68$, $H_o=0.63$) and outcrossing species ($H_e=0.65$, $H_o=0.63$), but H_e and H_o are higher than the mean value for endemic species ($H_e=0.42$, $H_o=0.32$).

Also the estimations of allelic diversity v_2 suggest high levels of within-population diversity, which is widely distributed throughout the geographic range of the species (Fig. 3).

Genetic population differentiation

The estimated total population differentiation δ is 36%, suggesting a strong differentiation of the gene pool. The genetic differentiation D_j (Fig. 4) reveals that the most isolated populations (CJ) share less than 50% of their alleles with their complements ($D_j = 0.534$). The lowest genetic differentiation occurs for populations NG and PD, which differ about 28% from their complements. Thus, these two populations are more representative for the gene pool.

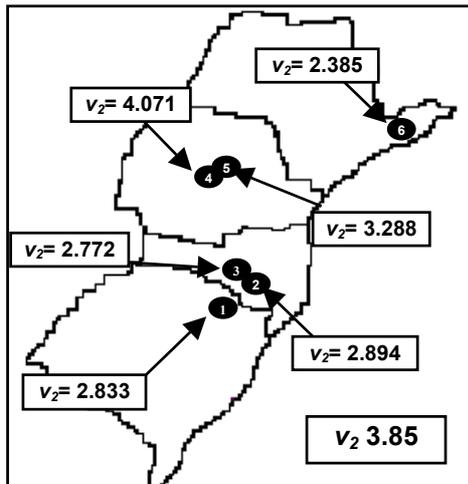
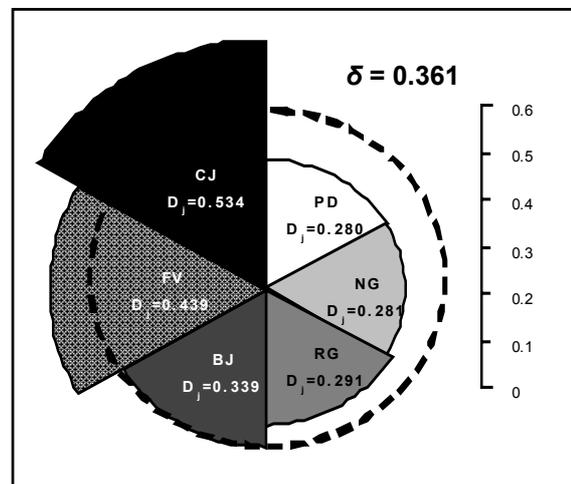


Fig. 3: Genetic diversity v_2 for each population and for total gene pool (bold). The populations' codes are the same as in Fig. 1

Abb. 3: Genetische Diversität v_2 für jede einzelne Population und für den gesamten Genepool (fettgedruckt). Die Populationenkodierung ist gleich wie in Abb. 1.

Fig. 4: Genetic differentiation (D_j) of each population to the remainder. The dotted line displays the total population differentiation ($\delta=36\%$).

Abb. 4: Genetische Differenzierung (D_j) jeder Population zu ihrem Komplement. Der gepunktete Kreis zeigt die Gesamtdifferenzierung ($\delta=36\%$).



Conservation strategies for Araucaria remnants

For a period of about 40 years araucaria forests suffered an intensive exploitation, based on selective harvesting of the best trees. The result of this harvesting was very similar to that applied for selection of plus trees in classical forest tree breeding. Thus, this phenotypic selection favouring stem form, height and diameter may coincide with a genetic selection against possibly favourable genes. As consequence, the adaptedness and overall stability of a population will be reduced over the generations if their most vital and competitive members were removed together with their genetic information (STEINER 2002).

Possible consequences of the selective cutting may immediately become evident, such as a reduced reproductive output due to a decrease in population density. In other cases, long-term consequences of reduced genetic variation and losses of adaptive potentials may be manifested only after several generations (FINKELDEY 2002).

However, immediate effects of the exploitation and fragmentation of the araucaria forests on the reproductive status of this species are unknown and just three to four generations are not sufficient to observe such long-term effects.

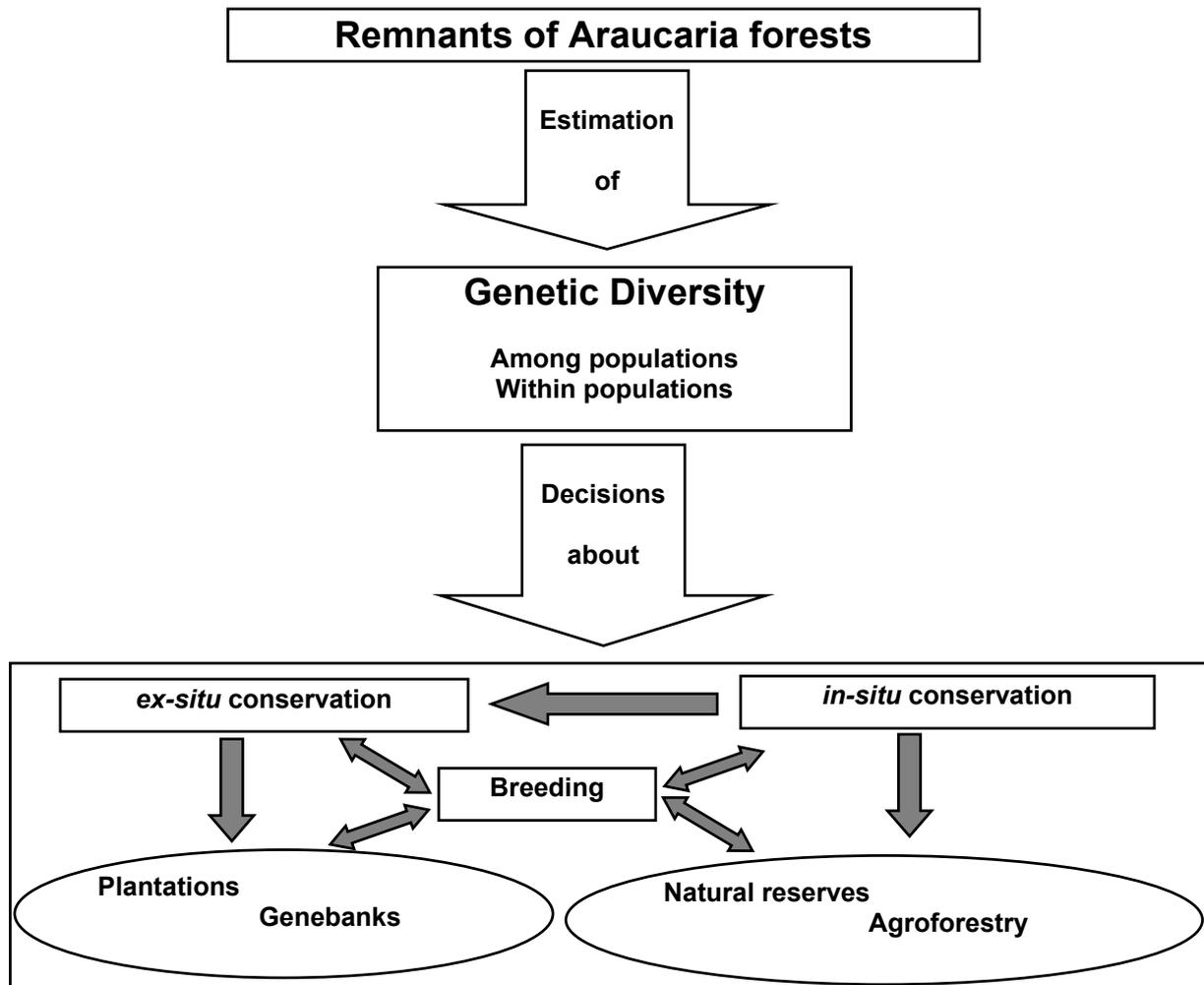


Fig. 5: Strategies for the conservation of genetic resources of *A. angustifolia* in Southern Brazil.

Abb. 5: Strategien zum Schutz von *A. angustifolia*-Genressourcen in Südbrasilien.

With the advent of environmental certifications like ISO14000 and the Forest Stewardship Council (FSC), many forest product companies are looking with more attention for native species with economical and ecological potential. In order to agree with the expected standards for certification, landowners and companies that sell timber or forest products tend to increase their areas of natural conservation and manage their forests in an environmentally and socially responsible way, which is economically viable.

The aims of an ecologically oriented forest management system are (1) a stable and elastic forest ecosystem as a basic requirement for the conservation and devel-

opment of the productivity and the natural base of the forests and (2) multi-functional forests which supply optimal protection and recreation in connection with the sustainable production and utilization of valuable dimension timber (EDER 2002).

The characterization of genetic variation patterns in *A. angustifolia* populations is important to establish adequate management practices avoiding the reduction of the genetic diversity, as well as natural reserves. These reserves may serve as a source for genetic material for *ex-situ* conservation and plantation establishment, and for the exploration of the adaptive capacity of each genetic resource through provenance trials (Fig. 5).

The results of this study show that the genetic diversity of *A. angustifolia* is evenly distributed along its range of occurrence and the remnants display a relative high level of diversity. Therefore also isolated and small populations should be evaluated for the conservation of genetic resources of *A. angustifolia* through conservation and breeding programs.

Literature

EDER, W. (2002): Characteristics of an ecologically oriented forest management in Germany. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen*. 134: 11-13.

FINKELDEY, R. (2002): Reproduction in continuous cover forests – the geneticist's perspective. In: Continuous Cover Forestry. VON GADOW, K. et al. (eds.), p. 67-79.

GILLET, E. M. (2005): GSED. Genetic Structures from electrophoresis Data. Version 2.0. Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Göttingen, Germany.

GREGORIUS, H.-R. (1978): The concept of genetic diversity and its formal relationship to heterozygosity and genetic distance. *Math. Biosci.* 41: 253-271.

GREGORIUS, H.-R. (1984): A unique genetic distance. *Biom. J.* 26: 13-18.

GREGORIUS, H.-R. & ROBERDS, J. H. (1986): Measurement of genetical differentiation among populations. *Theor. Appl. Genet.* 71: 826-834.

GUERRA, M. P., SILVEIRA, V., REIS, M. S., SCHNEIDER, L. (2002): Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais. SIMÕES, L. L. & LINO, C. F. (Org.) Ed. SENAC São Paulo, SP, p. 85-101.

NYBON, H. (2004) Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. *Mol. Ecol.* 13: 1143-1155.

STEINER, W. (2002): Selective logging by diameter from a genetic point of view. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen*. 134: 85-89.

Anschrift der Autoren:

VALDIR M. STEFENON*, OLIVER GAILING,
Prof. Dr. REINER FINKELDEY
Georg-August-University-Göttingen,
Institute of Forest Genetics and Forest Tree
Breeding, 37077, Göttingen, Germany;
phone: ++ 49-551-39-3534;
fax: ++ 49-551-39-3367.

*Corresponding author: vstefen@gwdg.de

Vergleich unterschiedlicher Gehölzherkünfte – Erste Ergebnisse einer Versuchspflanzung im Landkreis Fulda

Birgit Vollrath, Arbeitskreis Autochthone Gehölze (Mitglieder siehe unten)

Zusammenfassung

In einer Versuchspflanzung im Lüdertal bei Fulda (Hessen) wurden unter praxisnahen Bedingungen Gehölze mehrerer Herkunftsgebiete gepflanzt und ihre Entwicklung über einen Zeitraum von drei Jahren miteinander verglichen. In den Vergleich, der insgesamt fünf Arten umfasste, wurden eine ungarische und drei deutsche Herkünfte (Fulda, Vogelsberg, Bayern) sowie konventionelle Baumschulware nicht definierter Herkunft einbezogen. Es wurden sowohl morphologische als auch phänologische Merkmale untersucht, beispielsweise Vitalität, Wachstum, Wurzelentwicklung sowie zeitliche Entwicklung von Knospenaustrieb und –abschluss der Pflanzen.

Die Pflanzen der verschiedenen Herkünfte unterschieden sich in phänologischen und morphologischen Merkmalen. Ungarische Herkünfte oder konventionelle Baumschulware tendierte zu wesentlich höheren Ausfällen, einer verminderten Feinwurzelentwicklung und einem früheren Knospenaustrieb im Vergleich zu den regionalen Herkünften Fulda und Vogelsberg.

Comparison of different woody plant origins – First results of a field experiment in the administration district of Fulda

Abstract

In a field experiment in the Lüder Valley near Fulda (Hesse) we planted 5 species of woody plants of different genetic origin, and followed their development over a period of three years. Provenances were Hungary, three different ones from Germany (Fulda, Vogelsberg, Bavaria), and a fifth was of unknown geographical origin from a nursery (=“conventional”). Both morphological and phenological characteristics were compared: e.g. vitality, growth, root development and bud break.

Provenances differed in phenology and morphology. In most species, provenances from Hungary or conventional material showed lower establishment rates, lower development of fine root biomass and earlier bud-burst compared to material from Fulda and Vogelsberg.

Einleitung

Anders als bei Forstpflanzen zur Holzproduktion wird der genetischen Ausstattung von Sträuchern vergleichsweise wenig Beachtung geschenkt. Bei Versuchspflanzungen in der freien Landschaft zeigten jedoch auch Sträucher verschiedener genetischer Herkunft ausgeprägte Unterschiede im Phänotyp, beispielsweise wuchsen gebietseigene Pflanzen häufig besser an als konventionelles Baumschulmaterial (MARZINI 1997, VOLLRATH 2004). Obgleich gebietseigene (“autochthone”) Sträucher im Handel über

spezialisierte Baumschulen erhältlich sind, wird dennoch aus Kostengründen meist konventionelle Baumschulware verwendet, deren genetische Herkunft durch den Import billigen Saatguts häufig in Süd- und Osteuropa liegt (SPETHMANN 1995). In der hier vorgestellten Untersuchung werden mehrere, darunter erstmalig auch phänologische Merkmale von praxisbezogener Relevanz bei Sträuchern verschiedener Herkunft genauer studiert.

Methoden

Auf einer Versuchsfläche im Lüdertal bei Fulda (Hessen) wurden im Rahmen eines Flurbereinigungsverfahrens strauchartige Gehölze mehrerer Herkunftsgebiete unter praxisnahen Bedingungen gepflanzt und die Entwicklung der Pflanzen miteinander verglichen. Die Versuche, die insgesamt 2856 Pflanzen umfassen, wurden im Herbst 2001 (Versuch 1) und im Herbst 2002 (Versuch 2) als Blöcke mit 12 bzw. 4 Wiederholungen angelegt. Die insgesamt 1,5 ha große Fläche mit einer Bonität von 33 bis 34 nach Reichsbodenschätzung liegt im Naturraum „Nordöstlicher Vogelsberg“ in einer Höhe von 300m über NN. Das Ausgangsgestein ist Unterer Buntsandstein. In den Vergleich, der insgesamt fünf Arten umfasst, wurden eine ungarische und drei deutsche Herkünfte, sowie konventionelle Baumschulware nicht definierter Herkunft einbezogen. Die deutschen Wuchsgebiete (Fulda, Vogelsberg, Bayern) unterscheiden sich in Bezug auf Höhenlage und Entfernung vom Pflanzort. Das Saatgut für die deutschen Herkünfte wurde in Naturbeständen in den jeweiligen Wuchsgebiete gewonnen, die nach folgenden Kriterien ausgewählt wurden: größerer Abstand von überregionalen Verkehrswegen (Autobahnen), regionaltypische Artzusammensetzung und hohes Alter der Bestände. Die Versuchspflanzen wurden in einer Forstbaumschule angezogen.

Ausfälle und Vitalität der Pflanzen wurden im Mai, Juli und September der ersten drei Jahre nach Pflanzung nach einem fünfstufigen Boniturschlüssel aufgenommen (Stufe 1 = „ohne Lebenskennzeichen“ bis Stufe 5 = „wuchernd“). Der zeitliche Verlauf von Knospenaustrieb und Knospenschluss wurde durch Bonituren des Knospenzustands der einzelnen Pflanzen untersucht.

Sie erfolgten zu jeweils drei Terminen im Frühjahr und im Spätherbst nach einem fünfstufigen Schlüssel. Zur Bestimmung der Wurzelbiomasse wurden im Spätherbst 2003 und 2004 je sechs Pflanzen der einzelnen Arten und Herkünfte ausgegraben (nur Versuch 2). Die Wurzeln wurden gewaschen und entsprechend ihres Wurzeldurchmessers in mehrere Fraktionen zerlegt (kleiner als 2mm, 2 bis 5mm, 5 bis 10mm, 10 bis 20mm und über 20mm Durchmesser). Die Wurzelfraktionen wurden bei 90°C getrocknet und gewogen. Im folgenden werden erste Ergebnisse für die drei untersuchten Arten vorgestellt, für die vollständige Datensätze für die regionalen Herkünfte Fulda und Vogelsberg vorliegen.

Ergebnisse

Die regionalen Herkünfte Fulda und Vogelsberg zeigten wesentlich geringere Ausfälle als gebietsfremde Pflanzen (Abb. 1). Die Grenze von 5%, ab der vertraglich vorgeschriebene Nachbesserungen erfolgen müssen (ZTV LaStB, Absatz 6.4.3), wurde ausschließlich von konventioneller Baumschulware und ungarischen Herkünften überschritten. Bei der ungarischen Herkunft von *Prunus spinosa* fielen sogar mehr als 25% aller Pflanzen aus. Bei einem Gesamtausfall von über 25% wird nach ZTV LaStB, Absatz 6.4.5 die Abnahme der Pflanzung verweigert, so dass zusätzlich zu Nachbesserungskosten Zinsverluste anfallen.

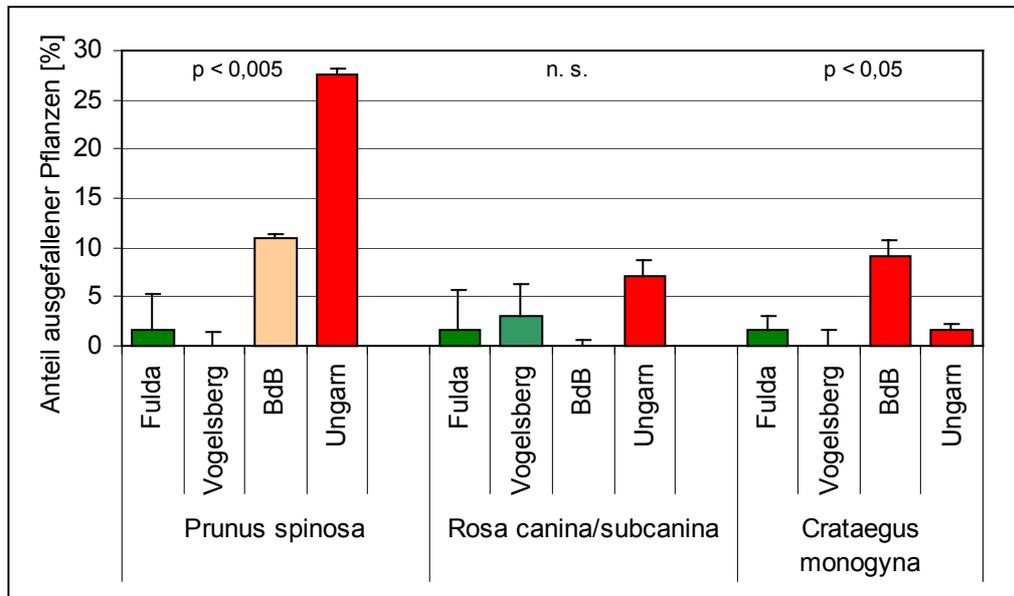


Abb. 1: Anteil ausgefallener Pflanzen der regionalen Herkünfte Fulda und Vogelsberg, konventioneller Baumschulware (BdB) sowie einer ungarischen Herkunft (2. Standjahr)

Fig. 1: Mortality rates of the provenances Fulda and Vogelsberg, conventional nursery material (BdB) and hungarian provenances (2nd year after plantings)

Das Wachstum der Wurzeln, insbesondere der Feinwurzeln, war bei gebietsfremden Pflanzen ungarischer Herkunft meist niedriger als bei den regionalen Herkünften Fulda und Vogelsberg (Abb. 2). Die Höhenzuwächse unterschieden sich im Gegensatz hierzu nicht signifikant.

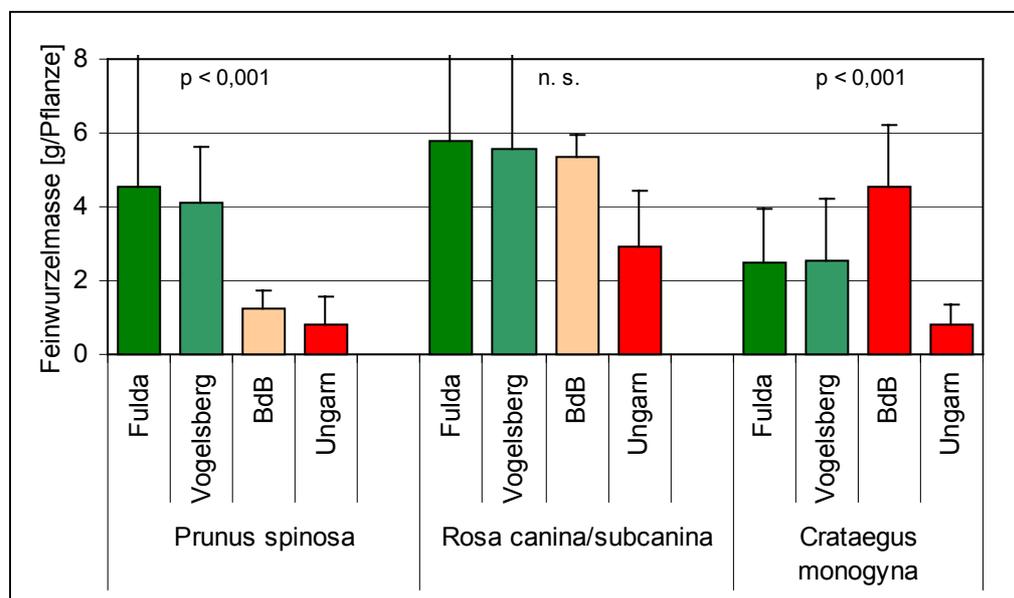


Abb. 2: Feinwurzelmasse der Pflanzen (2 Jahre nach Pflanzung)

Fig. 2: Fine root biomass in g per plant (2nd year after planting)

Die Pflanzen der verschiedenen Herkünfte unterschieden sich in phänologischen Merkmalen, beispielweise im Beginn und der Dauer des Knospenaustriebs im Frühjahr und des Knospenschlusses im Herbst, allerdings zeigten die verschiedenen Herkünfte nicht immer ein einheitliches Muster. Bei *Prunus spinosa* und *Rosa canina/Rosa subcanina* war bei den ungarischen Herkünften und der konventionellen Baumschulware nicht definierter Herkunft der Beginn des Knospenaustriebs früher als bei den regionalen Herkünften (Abb. 3).

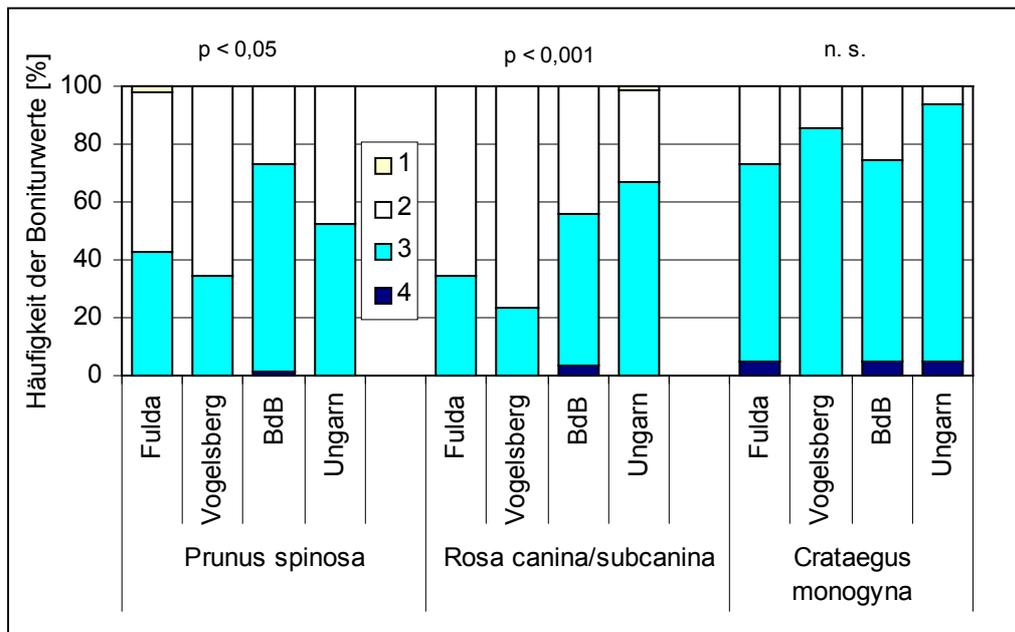


Abb. 3: Verteilung der Stadien des Knospenaustriebs im frühen Frühling 2004 (19. April)

Fig. 3: Distribution of bud break stages in early spring of 2004 (April 19)

Schlußfolgerungen

Die untersuchten Herkünfte unterschieden sich deutlich hinsichtlich phänologischer und morphologischer Merkmale. Gebietsfremde Pflanzen tendierten zu wesentlich höheren Ausfällen, einer verminderten Feinwurzelentwicklung und einem verfrühten Knospenaustrieb.

Dadurch ist bei Pflanzungen mit gebietsfremdem Material eine erhöhte Gefahr von Ausfällen und Schäden bei extremer Witterung wie Trockenheit oder Spätfrösten und eine geringere ingenieurbio-logische Sicherungsleistung zu erwarten.

Mitglieder des Arbeitskreis Autochthone Gehölze

Kopp, R., Hadtstein, D., Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Wetzlar

Walther, Y., Hess. Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Wiesbaden

Tiemeier, M., Amt für Bodenmanagement, Fulda

Rückert, E., Schröder, M., Werk, K., Fachhochschule Wiesbaden, Forschungsanstalt Geisenheim

Riedl, U., Fachhochschule Lippe und Höxter

Grotehusmann, H., Hessen Forst FIV, Hann. Münden

Rumpf, H., Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Staufenberg

Vollrath, B., Bayer. Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim, Abt. Landespflege

Literaturzitate

MARZINI, K. (1997): Was ist dran an der Autochthonie? *Deutsche Baumschule* 10: 557-559
 SPETHMANN, W. (1995): Sträucher – fremdländische, einheimische, autochthone. In: Inst. für Weiterbildung u. Beratung im Umweltschutz (Ed.). IWU-Tagungsberichte SDW-Tagung Magdeburg 18.-20.10.95; "Die Erhaltung der genetischen Ressourcen von Bäumen und Sträuchern": 49-58

VOLLRATH, B. (2004): Autochthonie im Praxistest. Für Gehölzpflanzungen der bessere Weg? *Neue Landschaft* 8: 31-35

Anschrift der Autorin:

Dr. Birgit Vollrath

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Abt. Landespflege

An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim

Breeding conifers and selecting them is a longtime work

Kurt Wittboldt-Müller

Following terms are very important in this regard:

1. To start with a breeding project, it is necessary to plant grafted trees.
In 1968 we bought trees from Mr. Hillier and Sons from Winchester, Great Britain, and therefore we are able to graft by ourselves.
There are a lot of scions to get in Botanical Gardens and in nurseries etc.
The trees should be grafted in order to trigger a disturbance in the physiologic balance. The consequence is the beginning of premature flowering.
The scions used for grafting should be cut at the top of the mother trees, nearest to the cones, because in this area most of the hormones are located and this reinforces the change of earlier flowering.
To my opinion one should use *Abies ko-reana* as rootstock for *Abies*.
2. To collect the pollen from these trees after isolating the male flowers five days before opening. The female flowers must also be protected with isolating bags. The pollen must be applied, when the flowering begins, not later.
3. You can choose patterns from the same specific (intraspecific) or from different specific (intraspecific) forms. However you can not expect that it works well. Most of them have no affinity by breeding. But sometime it is possible.
4. The outcome of this work are seedlings with more differences than you can imagine. It is very difficult to discover the different forms in the following years. Conifers with extraordinary needles, different colour, different forms – pyramidal or creeping ones – should be grafted after more than three years.

Now you are able to use the next generations to bring the partners together which have the best qualities in order to get a result.

Once more: It is a long way! But sometimes you are lucky.

Most of the breeding rules were, initially, published by Mr. Mendel, a famous botanist, whose books are very helpful with regard to breeding.

5. Another way without breeding is to look at the top of trees where you may discover a broom. You can graft these brooms-scions and after pollination you are able to crop the seeds, which are in the progeny different and therefore interesting, too. Still another way is to use cobalt-radiation in special institutes in order to get mutations which are without specific goal in the result.
6. The main criteria for selecting are the tolerance against insects and fungi, the appearance in different quality, late budburst in spring and – above all – the acceptance by the customers.
7. Finally: Everyone is able to do it, this work is hopeful and fascinating.
The scientist does it precisely, the nurseryman with passion – but both are depending on the good will of God.

Poster I

Dieses Poster zeigt den Pollen der *Abies lasiocarpa* var. *Glauca*, der die Blüten des grünnadeligen Typs einer *Abies koreana* bestäubt. Der Erfolg dieser Kreuzung liegt in der Entstehung der Hybride *Abies koreana* x `Waldgrenze`F₁. Dabei erkennt man den Hybrideffekt, der sich in höherer Leistung niederschlägt.

Die Nadeln erscheinen weder grün noch blau, aber eher grau. Der Austrieb, der zwei Wochen später als normalerweise bei der *Abies lasiocarpa* var. *Glauca* eintritt, ist genetisch auf das Merkmal der *Abies koreana* zurückzuführen.

Poster II

Es werden F₁-Hybriden von *Abies veitchii* x *Abies alba*, *Abies concolor* x *Abies procera* und *Abies nordmanniana* x *Abies veitchii* im Alter 35 dargestellt.

Sie stammen aus dem Versuchsgarten Grafrath bei München, in dem Bestäubungsversuche mit verschiedenen Arten durchgeführt wurden. Kurt Wittboldt-Müller entnahm dort Edelreiser von verschiedenen *Abies*-Arten und veredelte sie. Die Leistung dieser F₁-Hybriden ist enorm. Die Benadelung ist genau so üppig wie die Gesundheit und Vitalität. Die Hybriden können prädestiniert sein, die von dem Tannensterben bedrohten Gebiete mit geeigneten Bastarden zu versorgen.

Poster III

Der Stamm der abgebildeten *Abies concolor* x *Abies procera*-F₁-Kreuzung ist geradschäftig und der Baum ist frei von schädigenden Insekten und Pilzen. Der BHD erreichte im Alter 35 nahezu 0,5 m.

Die Veredlungsunterlage ist *Abies koreana*. Der Standort liegt in Niedersachsen südlich von Bremen. Der Boden besteht aus einer 30 cm starken Humusaufgabe, darunter findet man Ton und Ortstein.

Poster I

This poster shows flying pollen of *Abies lasiocarpa* var. *Glauca* pollinating the female flowers of *Abies koreana* (type green). The result of this controlled pollination is the hybrid *Abies koreana* x `Waldgrenze` F₁. Its remarkable growth reflects the hybrid characteristics. The needles, however, are neither green nor blue, but rather grey. The budburst in spring starts two weeks later than the normal *Abies lasiocarpa* var. *Glauca*.

Poster II

F₁-hybrids at age 35 of *Abies veitchii* x *Abies alba*, *Abies concolor* x *Abies procera* and *Abies nordmanniana* x *Abies veitchii* are shown. They originate from the university research garden in Grafrath near Munich, where pollination trials with different *Abies*-species were carried out.

Kurt Wittboldt-Müller took scions from these different *Abies*-hybrids and grafted them on *Abies koreana*. The growth of these hybrids (F₁) is enormous; they are rooting in pure clay and are free of insects and fungi.

Poster III

The trunk of the shown *Abies concolor* x *Abies procera* tree is growing straight upright, and the tree is free of insects and fungi. They were grafted on *Abies koreana*-rootstock. Its breast height diameter is nearly 0,5 m at age 35.

Anschrift des Autors:

Kurt Wittboldt-Müller
Scia-Baumschulen, Weitzmühlener Str. 59,
27283 Verden/Aller

Impressum

Herausgeber:

HESSEN-FORST

Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen

Fachgebiete Nachkommenschaftsprüfung und

Erhaltung forstlicher Genressourcen/ Forstgenetische Untersuchungen

Prof.-Oelkers-Straße 6

D-34346 Hann. Münden

Telefon: 0 55 41/70 04-0

Telefax: 0 55 41/70 04-73

Redaktion: J. Bohnens

Bearbeitung: E. Paar

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fototechnische

Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

November 2006

ISBN-10: 3-00-020269-2

ISBN-13: 978-3-00-020269-8 (ab 01.01.2007)