

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 143 (1992)

**Heft:** 11

**Artikel:** Anbauempfehlung für die Douglasie in der Schweiz : ein Vorschlag

**Autor:** Stauffer, Anton

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765863>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Anbauempfehlung für die Douglasie in der Schweiz: ein Vorschlag<sup>1</sup>

Von *Anton Stauffer*

FDK 174.7 Pseudotsuga: 18: 232: 165

## Einleitung

Die Douglasie ist heute die am meisten verbreitete forstlich genutzte exotische Baumart in Europa und auch in der Schweiz (*Oswald* und *Pardé* 1984, *Ruetz* 1985, *Bürgi* und *Diez* 1986). Während im benachbarten Ausland der prozentuale Anteil der Douglasie an der Waldfläche zum Teil bereits recht bedeutend ist, liegt er in der Schweiz unter der 1%-Grenze.

Exotenanbau, einst mit Enthusiasmus betrieben, geriet durch Misserfolge beim Anbau einzelner Baumarten – beispielsweise der Weymouthsföhre – verursacht durch später auftretende Schädlinge und Krankheiten bei vielen Forstleuten in Misskredit. Beim Anbau der Douglasie wurden Rückschläge meist durch falsche Provenienzwahl oder Anbau auf ungeeigneten Standorten verursacht.

Zur Skepsis aufgrund dieser Rückschläge beim Anbau von Exoten gesellt sich heute eine grundsätzliche Ablehnung gegen den Anbau fremdländischer Baumarten. Dabei wird oft übersehen, dass eine fremdländische Baumart wie die Douglasie viel besser unter Kontrolle gehalten werden kann als etwa einheimische Pflanzen, welche aus einer anderen Region des natürlichen Verbreitungsgebietes eingeführt werden. Ein frappierendes Beispiel ist die Einfuhr und Verwendung einheimischer Sträucher entlang den schweizerischen Autobahnen. Die aus Nordwesteuropa eingeführten Sträucher haben teilweise ein deutlich unterschiedliches Erscheinungsbild, kreuzen sich aber problemlos mit einheimischen Sträuchern aus unserer Region und werden diese in gewissen Gebieten sogar verdrängen. Ein solcher unbeabsichtigter und unkontrollierter Vorgang ist mit einer fremdländischen Baumart wie der Douglasie nicht möglich.

<sup>1</sup> Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen eines Weiterbildungsurlaubes des Verfassers an der Oregon State University in Corvallis (USA) mit finanzieller Unterstützung des Schweizerischen Fonds für Wald- und Holzforschung ausgeführt.

Die Vorbehalte gegenüber der Anwendung von Exoten müssen auch im Lichte der postglazialen Artenarmut in Nordeuropa auf ihre Rechtfertigung geprüft werden. Fossile Funde in Europa weisen beispielsweise darauf hin, dass Douglasie Teil der voreiszeitlichen Flora war.

Neue Perspektiven bei der Anwendung von Exoten werden auch durch die Waldschäden und den prognostizierten oder bereits eintretenden Klimawechsel geschaffen. Zurzeit kann nicht vorausgesagt werden, in welche Richtung der Klimawechsel gehen wird. Veränderungen werden jedoch rascher erfolgen, als sich einzelne Baumarten anpassen können. In dieser Situation könnte die Anwendung fremdländischer Baumarten als Ersatz für ausfallende einheimische Baumarten – beispielsweise der Weisstanne – eine bedeutende Rolle spielen.

Es bestehen Beobachtungen und Vermutungen, dass fremdländische Baumarten mit einem grossen natürlichen Verbreitungsgebiet und grosser genetischer Variabilität, wie beispielsweise die Douglasie, gegenüber Umwelt-einflüssen weniger empfindlich sind als unsere einheimischen Baumarten (Buffi 1986). Neben der Douglasie könnte sich die grosse Küstentanne (*Abies grandis*) wegen ihrer gegenüber der Weisstanne grösseren Trockenresistenz und geringeren Schädlingsanfälligkeit als Ersatz für die gefährdete Weisstanne anbieten. Für höhere Lagen würde die pazifische Edeltanne (*Abies procera*) eine wertvolle Ergänzung darstellen (Ruetz 1981a, Wolf und Ruetz 1988).

Rasche Klimaveränderungen werden in Nordeuropa zur weiteren Artenverarmung beitragen. Auf Biodiversität wird aber heute grosser Wert gelegt; in einer sich verändernden Umwelt könnten deshalb Baumarten wie die Douglasie neue Aktualität erlangen. Die Douglasie integriert sich bisher problemlos in unsere Waldökosysteme, trägt zur Artendiversität bei und ist mit ihrem ausgeprägten genetischen Polymorphismus ausserordentlich anpassungsfähig. Da die unterschiedliche Empfindlichkeit der Baumarten unter anderem auch genetisch bedingt sein kann, ist der Herkunftsfrage und der Frage der genetischen Vielfalt des verwendeten Pflanzgutes – für fremdländische und einheimische Baumarten – inskünftig vermehrt Beachtung zu schenken.

In der Schweiz wird die Douglasie meist einer Palette von einheimischen Baumarten zur Bereicherung beigemischt, während im benachbarten Ausland Anbauprogramme bestehen, in welchen die Douglasie als Hauptbaumart eingebracht wird. Trotz dem vergleichsweise bescheidenen Umfang des Douglasienanbaus in der Schweiz scheint es angebracht zu sein, die oft dem Zufall überlassene Herkunftswahl bei Douglasienanbauten durch zielorientierte Wahl der Herkunft zu ersetzen.

Die Anbauempfehlung für die Douglasie ist in vier Teile gegliedert. Vorerst wird die genetische Struktur der Baumart im natürlichen Verbreitungsgebiet und deren Standortsansprüche besprochen. Der zweite Teil geht auf die möglichen Anbauorte in der Schweiz und der dritte Teil auf die für die Schweiz

geeigneten Douglasienherkünfte ein. Im vierten Teil werden Vorschläge für den Import von Douglasiensaatgut, Herkunftsempfehlungen und ein Vorschlag für Versuchsanbauten unterbreitet.

## **1. Natürliche Verbreitungsgebiet, genetische Struktur und Standortsansprüche der Douglasie**

### *1.1 Formen der Douglasie und natürliches Verbreitungsgebiet*

Die Douglasie wurde 1792 von Menzies an der Westküste der Insel Vancouver entdeckt und von Douglas 1828 aus der Region des Kolumbiaflusses in England eingeführt (Fletcher und Samuel 1990). Die Anpflanzung von Douglasie im Staatswald von Sépey bei Cossoney um 1865 und die Anbauversuche von Räber in Küssnacht (SZ) 1874 dürften zu den ersten Douglasienanbauten in der Schweiz zählen (Jeantet 1983, Diez und Bürgi 1991). Leider sind die Herkunftsquellen des Saatgutes für die meisten frühen Anbauten unbekannt. Die Gattung Douglasie umfasst sechs Arten, zwei davon im westlichen Nordamerika und vier in Ostasien. Nur eine dieser sechs Arten ist von grosser forstwirtschaftlicher Bedeutung: die in Nordwestamerika beheimatete gemeine Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*). Aufgrund verschiedener fossiler Funde von Holz, Pollen, Nadeln und Zapfen sowie aufgrund der Zusammensetzung fossiler tertiärer Floren in Europa wird angenommen, dass die Gattung *Pseudotsuga* bis zur Mindel-Eiszeit in Europa vertreten war, dann aber völlig ausgestorben ist (Hermann 1981).

Das natürliche Verbreitungsgebiet der gemeinen Douglasie ist ausserordentlich gross und reicht von Britisch-Kolumbien bis in den Norden Mexikos und von der Pazifikküste bis in die Rocky Mountains. Nordamerikanische Dendrologen unterscheiden zwischen zwei Varietäten, der Küstendouglasie (*var. menziesii* = *var. viridis*, «grüne Douglasie») und der Inland-douglasie (*var. glauca* = «blaue Douglasie»). Europäische Dendrologen unterscheiden noch eine Zwischenform zwischen der Küsten- und Inland-douglasie (*var. caesia* = «graue Douglasie»). Das Gebiet der reinen Küstendouglasie – welche sich für den Anbau in Europa besonders eignet – beginnt im nordwestlichen Kalifornien bei Eureka (41. Breitengrad), greift in einem Bogen aus zum Kaskadenkamm und folgt diesem, um im nördlichen Washington den östlichsten Punkt zu erreichen (120. Längengrad). Von diesem Kulminationspunkt folgt die Abgrenzung der Küsten- von der Inland-form vorerst dem Frazer-River, um dann dem Küstengebirge Britisch-Kolumbiens folgend nördlich der Insel Vancouver, am 51. Breitengrad, den Pazifik zu erreichen. Die Höhenausbreitung der Küstendouglasie steigt von Norden nach Süden kontinuierlich an. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet reicht von

Meereshöhe bis rund 800 m ü. M. in Britisch-Kolumbien, von 0–1200 m ü. M. in Washington, von 0–1500 m ü. M. in Oregon und von 0–1800 m ü. M. in Kalifornien (Li und Adams 1989, Arno 1990).

## 1.2 Genetische Struktur der Douglasie im natürlichen Verbreitungsgebiet

Eine Vielzahl von Feldversuchen mit der Douglasie haben deutliche klinale Gradienten, in Abhängigkeit von geographischer Länge und Breite sowie der Höhenlage, für quantitative Merkmale wie Wachstum, Frostempfindlichkeit, Resistenz gegen Schädlinge und Krankheiten aufgezeigt. Einschränkend ist zu bemerken, dass der Zusammenhang zwischen Wachstum und Höhenlage der Mutterbestände in den europäischen Herkunftsversuchen nicht linear ist. Mit Untersuchungen der Terpenzusammensetzung in den ätherischen Ölen der Rinde und der Nadeln konnte die Küstenform von der Inlandform abgegrenzt und eine weitere Unterteilung in Untergruppen vorgenommen werden. Eine Enzym-Untersuchung von 104 natürlich verjüngten Populationen im ganzen Verbreitungsgebiet bestätigte schliesslich im wesentlichen die in Feldversuchen und durch die Terpenuntersuchungen festgestellte geographische Variation der Baumart und erlaubte erstmals einen Gesamtüberblick über das Verbreitungsgebiet aufgrund eines dichten Stichprobennetzes (Li und Adams 1989). Danach hebt sich die Küstenform bezüglich Allelfrequenzen und genetischer Distanz erheblich von der Inlandform ab. Während sich in Oregon zwischen der Küstenform und der Inlandform eine Übergangszone mit der intermediären Form gebildet hat, ist die Trennung der beiden Formen im nördlichen Washington und Britisch-Kolumbien abrupt, was mit der rezenten Rückwanderung aus zwei getrennten Refugien nach der Vergletscherung erklärt wird. Für die Inlandform konnte eine nördliche und eine südliche Untergruppe mit einem kontinuierlichen Übergang festgestellt werden. Neben dieser grossräumigen geographischen Variation ist aber auch die Anpassung der Baumart an kleinräumige Unterschiede beachtlich. So hat *Campbell* (1979) für ein 6100 ha grosses Einzugsgebiet grosse Unterschiede zwischen Subpopulationen bezüglich adaptiver Merkmale auf kurze Entfernung festgestellt, was auf eine grosse Anpassungsfähigkeit der Baumart an standörtliche Verhältnisse hinweist. *Rehfeldt* (1983) hat für die Inlanddouglasie vergleichbare kleinräumige Differenzierung nachgewiesen. Dank des ausgeprägten Polymorphismus der Baumart innerhalb der meisten Populationen, der Bestände und gar der Familien erfassen die meisten Samenkollektionen ein breites Variationsspektrum, was später im Bestand eine reiche Auslesemöglichkeit verspricht.

Die Kenntnis der geographischen Variation der Douglasie und deren Eigenschaften ist eine wichtige Voraussetzung für die Zusammenstellung von Herkunftsempfehlungen. Die sorgfältige Wahl der Herkunft für einen

bestimmten Standort vermindert das Anbaurisiko. Das tatsächliche Verhalten der Baumart kann jedoch nur mit Provenienztests ermittelt werden.

### *1.3 Standortansprüche der Douglasie*

#### *1.3.1 Lage*

Die Schweiz liegt zwischen 45 Grad 49' und 47 Grad 48' nördlicher Breite, was etwa der südlichen Hälfte des Staates Washington und dem nördlichsten Teil des Staates Oregon entspricht. In diesem Bereich weist die Douglasie ihre höchste genetische Variabilität auf; ausserdem wird in diesem Bereich das eiszeitliche Refugium der Küstendouglasie vermutet. In europäischen Provenienzversuchen mit der Küstendouglasie haben Herkünfte aus diesem Gebiet immer am besten abgeschnitten. Daraus darf jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen geographischer Breite des Herkunftsortes und des Anbauortes in der Schweiz für die Eignung hergestellt werden.

Unter Berücksichtigung der deutlichen Herkunftsunterschiede im natürlichen Verbreitungsgebiet je nach Breitengrad, Küstenabstand und Höhenlage ist es möglich, für eine Vielzahl von Standorten in der Schweiz geeignete Herkünfte dieser Baumart zu finden. Da mit Ausnahme der Provenienzversuche von Copera (Buffi 1985, 1986, 1987a-c) in der Schweiz keine systematischen Anbauversuche unternommen wurden, müssen Herkunftsempfehlungen weitgehend auf die umfassende Provenienzforschung des benachbarten Auslandes abgestützt werden.

Die starke topographische und klimatische Gliederung der Schweiz erfordert wahrscheinlich eine entsprechende Differenzierung der Herkunftsempfehlungen. Andererseits zwingt jedoch der bescheidene Anteil der Douglasie am gesamten Pflanzenbedarf die Forstpflanzschulen zur Wahl von Provenienzen, welche auf einem grossen Anteil möglicher Standorte gute Ergebnisse erzielen. Die grosse Variabilität der Küstendouglasie erlaubt vertretbare Kompromisse bei der Lösung dieses Zielkonfliktes.

#### *1.3.2 Klima*

Die Küstendouglasie hat in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet lange kühle Vegetationsperioden und verhältnismässig milde Winter. Das Klima ist weitgehend durch die überwiegenden Westwindlagen mit feuchten pazifischen Luftmassen bestimmt. Die reichlichen Niederschläge fallen meist zwischen Winter und Frühsommer. Im Sommer und Herbst (Juli bis September) sind längere niederschlagsfreie Perioden häufig. Im Küstengebirge wirken sich die Trockenperioden wegen der hohen Luftfeuchtigkeit auf das Wachstum der Douglasie kaum aus. In den Kaskaden dagegen ist die Luftfeuchtigkeit während des Sommers weniger hoch und die Douglasie ist hier bedeutendem Trockenheitsstress und häufigen Waldbränden ausgesetzt. Dank der dicken

Rinde weist die Baumart eine hohe Feuerresistenz auf. Der grosse Bereich der Adaptabilität macht diese Baumart im Hinblick auf allfällige Wärmetrends besonders attraktiv.

Beste Wuchsleistungen erbringt die Douglasie in Europa im atlantischen Klimabereich; wegen der ausgesprochen grossen ökologischen Amplitude der Baumart stehen jedoch auch Herkünfte für unsere rauheren subkontinentalen Klimate zur Verfügung.

Während in Frankreich besonders Südost-, Süd-, Südwest- und Westlagen für den Anbau der Küstendouglasie empfohlen werden (*de Champs* 1979), fand Bégin (Université Laval; persönliche Mitteilung) in seiner Untersuchung von Douglasienbeständen in der Nordschweiz ein relatives Minimum der Oberhöhenbonität auf südwestexponierten Standorten.

In höheren Lagen über 900 m können Douglasien aus der Übergangszone zwischen Küsten- und Inlanddouglasie interessante Ergebnisse erzielen (*Kohl und Nather* 1977). Das Wuchsverhalten der verschiedenen Herkünfte hängt von einem komplexen Zusammenspiel klimatischer, edaphischer und waldbaulicher Faktoren ab, und diesbezügliche Aussagen können deshalb nicht ohne weiteres auf andere Wuchsgebiete übertragen werden. Dies gilt sowohl für den Vergleich schweizerischer Standorte mit dem natürlichen Verbreitungsgebiet als auch für die Übertragung der Ergebnisse der Herkunftstests in Europa auf schweizerische Verhältnisse. Bessere Aussagen sind allein durch systematische Anbauversuche auf den verschiedenen Standorten zu erhalten.

### 1.3.3 Boden

Die Douglasie gedeiht am besten auf lockeren, mittel- bis tiefgründigen, frischen und gut drainierten Böden mit guter Durchlüftung. Da die Douglasie einen bescheidenen Nährstoffbedarf hat, eignen sich besonders bodenwarmer sandige Lehme und lehmige Sande mit mittlerer Wasserversorgung. Auf mastigen Böden wird sie grobringig. Auf flachgründigen oder wechselfeuchten Böden mit Stauhorizonten wird sie flachwurzelnd und dadurch sturmgefährdet. Ungeeignet sind schwere Tone, organische und mineralische Nassböden. Böden auf Kalkunterlage mit frei löslichen Karbonaten im durchwurzelten Oberboden führen bei Douglasienkulturen im Jugendstadium oft zu Nadelverfärbungen (Kalkchlorose), die aber mit fortschreitendem Alter rasch überwunden werden. Die Untersuchungen von *Motschalow* (1988) im Lehrwald der ETH und in Douglasienbeständen am Bözingerberg zeigen jedoch, dass diese Mängelscheinungen in der Anwuchsphase nicht allein mit dem pH-Wert und dem Karbonatgehalt erklärt werden können. Ein wichtiger Faktor ist der Pflanzschock und die Umstellung der Pflanze von den Bodenverhältnissen im Pflanzgarten auf diejenigen am Anbauort. Die Untersuchung zeigt im weiteren eine recht hohe Wuchsleistung und Stabilität der Douglasienkulturen auf Kalkstandorten auf.

## 2. Für den Anbau der Douglasie geeignete Standorte in der Schweiz

Der Anbau der Douglasie ist sinnvoll, wo sie unseren Nadelhölzern bezüglich Wuchsleistung überlegen oder der Fichte und Weisstanne ebenbürtig ist und zur Artenbereicherung beitragen kann. Besonders geeignete Standorte finden sich in der kollinen und submontanen Stufe des Mittellandes und im Bereich Kastanienstufe der Alpensüdseite, aber, wie das Beispiel der Douglasienbestände von Bözingen zeigt, auch am südexponierten Hangfuss des Jura.

In der Untersuchung zur Wuchsleistung und Qualität bestehender Douglasienanbauten in der Schweiz fanden Diez und Bürgi (1991) den Hauptteil der Bestände auf mittleren bis guten Standorten des Waldmeister-Buchenwaldes auf Braunerden und Parabraunerden. Von den 39 aufgenommenen Beständen lagen 14 auf 900 m ü. M. und darüber.

In einer Untersuchung der Produktivität bestehender Douglasienanbauten in der Schweiz wiesen unter 31 untersuchten ökologischen Faktoren die Vegetationseinheit, die Wärmestufe und die geologische Unterlage die höchste statistisch gesicherte Korrelation auf (Jean Bégin, persönliche Mitteilung).

Auch wenn zurzeit keine klaren Aussagen über die Begrenzung des potentiellen Anbaugebietes der Douglasie in der Schweiz gemacht werden können, dürften doch zwei Gebiete als wenig erfolgversprechend ausgeschieden werden: der inneralpine Bereich wegen zu rauhem Klima mit grosser Temperaturamplitude und grosser Schneedecke und Teile des Jura wegen grosser Temperaturamplitude.

Die alluvialen Flussebenen der Schweiz stehen einerseits unter grossem Siedlungsdruck und werden landwirtschaftlich intensiv genutzt. Die verbleibenden Waldareale dieses Gebietes sollten anderseits möglichst naturnah bewirtschaftet werden und kommen schon deshalb für nicht standortheimisches Nadelholz weniger in Frage. Außerdem sind die klimatischen Verhältnisse und die Bodeneigenschaften nicht günstig für die Douglasie. Wegen der Frostempfindlichkeit der Baumart ist die Douglasie bevorzugt an Hängen mit gutem Kaltluftabfluss anzubauen. Frostgefährdete Mulden und flache Standorte mit ungenügender Luftzirkulation sind unbedingt zu meiden.

In den für den Anbau der Douglasie geeigneten Gebieten der Schweiz dürften die Niederschläge kein begrenzender Faktor sein, solange auch die Winter-Niederschlagsmenge genügend ist (optimal 450 mm, Jean Bégin, persönliche Mitteilung).

Die Gliederung nach Wärmestufen gibt ein umfassendes Bild der klimatischen Verhältnisse der Standorte wieder und hat sich in der erwähnten Untersuchung Bégin's als wichtiger ökologischer Faktor erwiesen. Die Karte der Wärmegliederung der Schweiz (*Schreiber et al. 1977*) – erstellt aufgrund phänologischer Geländeaufnahmen – stellt deshalb ein geeignetes Hilfsmittel für eine Herkunftsempfehlung dar. Folgende vier Wärmestufen kommen für den Anbau von Douglasien in Betracht:

Vegetationsperiode (Tage)	Wärmestufe
>215	Weinbaustufe
200–215	Obst-Ackerbaustufe
165–200	Ackerbaustufe
120–165	Berggrünlandstufe

Die Bodenkarte der Schweiz (*Frei et al.* 1980) erlaubt einen raschen Überblick über die an einem bestimmten Standort anzutreffenden Bodenverhältnisse. Wegen erhöhter Anfälligkeit der Douglasie auf Pilzkrankheiten auf Standorten mit stagnierender hoher Luftfeuchtigkeit und anhaltenden Frostperioden sind diese zu meiden. Die Nebelkarte der Schweiz (*Furger et al.* 1989) enthält wertvolle Hinweise über solche Standorte.

### 3. Für den Anbau in der Schweiz geeignete Douglasienherkünfte

#### 3.1 Kriterien für die Wahl von Herkünften

Die Douglasie gilt allgemein als Baumart mit grosser standörtlicher Toleranz. Dies gilt sowohl für grössere geographische Räume (*Loopstra und Adams* 1989) als auch für kleinräumige Standortunterschiede (*Campbell* 1979). Die erfolgreichen Anbauten von Douglasien auf sehr unterschiedlichen Standorten in Europa sind eine weitere Bestätigung. Diese Tatsache darf aber nicht dazu verleiten, Douglasien auf ungeeigneten Standorten einzubringen.

In den Jahren 1966 und 1968 wurde von der IUFRO die Beerntung von 180 Douglasienbeständen in Britisch-Kolumbien, Washington, Oregon und im Norden Kaliforniens organisiert (*Fletcher und Samuel* 1990). Mit dem gewonnenen Saatgut wurden im natürlichen Verbreitungsgebiet und in verschiedenen Ländern Europas zahlreiche Provenienzversuche angelegt (*Breidenstein et al.* 1990, *Kleinschmit et al.* 1974, 1979, 1984, 1990, *Ruetz* 1985). Daneben sind zahlreiche weitere Provenienzversuche in den Nachbarländern der Schweiz für den Anbau der Douglasie in unserem Land von Bedeutung (*Heis et al.* 1984, *Günzl* 1981, 1986, 1987, *Kenk und Thren* 1984, *Rau* 1985, *Schober et al.* 1983, 1984). In der Schweiz wurden mit Ausnahme von Copera (*Buffi* 1987 b, c) nur punktuelle Versuchsanbauten mit Exoten angelegt. Zur Beurteilung des Douglasienanbaus ist deshalb auf die internationalen Versuchsanbauten abzustützen.

#### Frostempfindlichkeit und Trockenresistenz:

Für schweizerische Verhältnisse ist die Frostempfindlichkeit von ausschlaggebender Bedeutung. Da keine Provenienztests für die verschiedenen Anbaugebiete in der Schweiz vorliegen, können nur allgemeine Hinweise

gegeben werden. In einem Pflanzgartenversuch mit 11 verschiedenen Douglasienprovenienzen konnten *Larsen* und *Ruetz* (1980) eine signifikante Zunahme der Früh- und Winterfrostresistenz mit zunehmender Entfernung zur Küste feststellen, jedoch nicht der Spätfrostresistenz. Interessanterweise war kein signifikanter Zusammenhang mit der Höhenlage festzustellen; die Frostresistenz der Douglasie hängt offensichtlich mehr mit der topographischen Lage der einzelnen Herkünfte zusammen. Herkünfte von Oregon weisen wegen ihrer südlicheren Lage geringere Frostresistenz auf als Herkünfte aus Washington. In den deutschen IUFRO-Versuchen von 1970 führte die Frostempfindlichkeit der Herkünfte von Oregon bis 500 m ü. M. teilweise zu Ausfällen, die für die praktische Forstwirtschaft nicht mehr tragbar scheinen (Kleinschmit 1974).

Die Douglasie ist in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet häufig Sommer trocknis ausgesetzt und daher relativ trockenresistent. *Larsen* (1983) konnte einen deutlichen Zusammenhang zwischen Austrocknungsresistenz und Kaliumversorgung nachweisen.

An milden süd- und ostexponierten Standorten ohne Schneedecke kann gelegentlich Frosttrocknis beobachtet werden.

#### *Insektenbefall:*

Douglasienkulturen werden gelegentlich durch den grossen braunen Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.) durch Frassschäden am Wurzelhals gefährdet. Diesem Schaden kann jedoch durch Behandlung der Wurzeln vor dem Pflanzen leicht vorgebeugt werden.

Auf trockenen, sonnigen Standorten werden besonders wüchsige junge Douglasien von der Wollaus (*Gilletteella cooleyi* Gill.) befallen. Der Wollausbefall führt zu Zuwachsverlusten, jedoch nicht zu Ausfällen, wenn nicht in der Folge Sekundärschädlinge auftreten. Die Anfälligkeit der verschiedenen Douglasienherkünfte zeigt grosse Unterschiede. Die Küstenherkünfte aus dem nördlichen Teil Oregons, Washingtons und Britisch-Kolumbiens werden am stärksten befallen. Südliche Küstenherkünfte Oregons und Kaliforniens weisen schwächeren Befall auf. Während die nördliche Inlandrasse geringen Befall zeigt, erweist sich die südliche Inlandrasse als weitgehend resistent. Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit den aufgrund der Terpenzusammensetzung der ätherischen Öle von Nadeln und Rinde gebildeten Gruppen überein (*Stephan* 1987).

#### *Pilzkrankheiten:*

Bezüglich der Empfindlichkeit auf Insektenbefall und Pilzkrankheiten bestehen entgegengesetzte Gradienten mit zunehmender Entfernung von der Küste. Dieses Phänomen hängt mit dem unterschiedlichen Selektionsdruck in küstennahen und küstenfernen Regionen zusammen und kann auch bei anderen Baumarten wie beispielsweise der Pappel beobachtet werden (münd-

liche Mitteilung R. F. Stettler, University of Washington). Der daraus entstehende Zielkonflikt kann nicht mit einer allgemeinen Regel gelöst werden. Im Einzelfall ist jedoch ein tragbarer Kompromiss durchaus möglich.

Die Rostige Douglasienschütt (Rhabdocline pseudotsugae Syd.) und die Russige Douglasienschütt (Phaeocryptopus gäumannii [Rohde] Petr.) bilden die grössten Gefahren beim Anbau von Douglasie; sie sind jedoch für Küstenprovenienzen nicht bestandesbedrohend. Die grüne Küstendouglasie ist weitgehend resistent gegen die Rostige Douglasienschütt; gegen die Russige Douglasienschütt bestehen keine Resistenzunterschiede zwischen den verschiedenen Douglasienvarietäten.

Pilzschäden können auf einem tragbaren Mass gehalten werden, einerseits durch die Wahl geeigneter Herkünfte der Küstendouglasie und andererseits durch die Vermeidung von Anbauten auf Standorten mit hoher, stagnierender Luftfeuchtigkeit und lange anhaltenden Frostperioden (Stephan 1980, 1981). Vom Anbau der Inlanddouglasie ist jedoch abzusehen.

#### *Holzzuwachs:*

In den deutschen IUFRO-Versuchen von 1970 haben sich die Herkünfte, die zwischen dem 47. und 49. Breitengrad liegen, als die wüchsigsten erwiesen. Deutlich überdurchschnittlich waren Herkünfte aus dem Küstengebiet von Washington, aus den nördlichen Kaskaden Washingtons und dem nördlichen Teil von Vancouver Island. Gute durchschnittliche Wüchsigkeit wurde für die zentralen Kaskaden Washingtons, das nördliche Küstengebiet Oregons und den Südteil von Vancouver Island festgestellt. Alle übrigen Gebiete fielen bezüglich Wuchsleistung deutlich ab.

#### *Qualität:*

Einen grossen Einfluss auf die Qualität des produzierten Holzes hat die Häufigkeit der Zwiesel. Zwiesel können aus verschiedenen Gründen auftreten. Eine häufige Ursache für Zwieselbildung sind Frostereignisse. Frostempfindliche Herkünfte werden dementsprechend mehr Zwiesel aufweisen. Ein weiterer Zusammenhang besteht mit der Häufigkeit des Auftretens von Augusttrieben, welche nicht rechtzeitig verholzen und damit frühfrostgefährdet sind, oder, wie Marcket (1975) berichtet, über die Frühfrostgefährdung hinaus eine Verminderung der Formqualität verursachen können. Für die Bildung von Augusttrieben konnten in den erwähnten IUFRO-Versuchen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Herkunftsregionen der untersuchten Küstendouglasien festgestellt werden. Es ist jedoch bekannt, dass Küstenherkünfte häufiger und stärker zu Augusttrieben neigen als Inlandherkünfte (Göhre, Driscoll zitiert in Marcket 1975). Innerhalb der Populationen bestehen eine beträchtliche individuelle Variation und grosse Unterschiede von einer Vegetationsperiode zur anderen. Auf nassen Standorten und während feuchten Vegetationsperioden können vermehrt proleptische Triebe

aufreten (mündliche Mitteilung J. Wood, Forest Service B.C.). Larsen (1983) stellte einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Bildung von Augusttrieben und der Versorgung mit Stickstoff fest.

Im Gegensatz zur Anzahl Äste pro Astquirl ist die Erblichkeit des Astwinkels hoch. Individuen mit steilem Astwinkel neigen bei der Douglasie zu sogenannten Steilästen, welche von den durch Frostereignissen entstandenen Zwieseln nur schwer zu unterscheiden sind. Es sind jedoch keine das gesamte natürliche Verbreitungsgebiet umfassende Untersuchungen verfügbar, welche eine Beurteilung der Unterschiede in der Bildung von Steilästen zwischen den verschiedenen Provenienzen erlauben würden.

Bei der Beurteilung der Form (mittlere Formnote wurde aus sieben Einzelnoten gebildet) lagen in den deutschen IUFRO-Versuchen von 1970 die Küstenherkünfte Washingtons gefolgt von den Nordkaskaden Washingtons an der Spitze. Gute Formwerte erreichten die Herkünfte des Westteils von Vancouver Island, gefolgt von denen des Küstengebiets von Oregon, während alle Kaskadenherkünfte aus dem Südteil Washingtons und Oregons schlechter beurteilt wurden (Kleinschmit 1979).

### 3.2 Geeignete Herkünfte aus Nordwestamerika

1966 wurden in den Staaten Oregon, Washington und Britisch-Kolumbien Herkunftsregionen ausgeschieden und eine staatliche Kontrolle der Saatguternte und des Saatguthandels eingeführt.

Klasse	Code	Anforderungen
1. Audit	AC	nur Buchkontrolle
2. Source Identified B	SIB	+ Feld- und Anlagenkontrolle <sup>1</sup>
3. Source Identified A	SIA	+ Materialkontrolle <sup>1</sup>
4. Select B	SB	+ Mutterbäume ausgelesen <sup>2</sup>
5. Select A	SA	+ Vaterbäume ausgelesen <sup>2</sup>
6. Tested	C	+ Nachkommenschaftstest <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Quellengesichertes Saatgut aus Kanada entspricht den Anforderungen von «SIA» nach US-Regulation.

<sup>2</sup> Für ausgewähltes Saatgut sieht Kanada die OECD-Regelung vor (keine Unterscheidung zwischen A und B wie USA). Solange keine Nachfrage für Saatgut der Kategorien «ausgewähltes» und «geprüftes» Saatgut besteht, beschränkt man sich jedoch auf die Kategorie «quellengesichertes» Saatgut.

In den USA werden einerseits keine Samenerntebestände ausgelesen und anderseits gelten für «ausgewähltes Saatgut» andere Anforderungen als in Europa; das meiste exportierte Bestandes-Saatgut fällt deshalb in die Kategorie «quellengesichertes Saatgut». In der Praxis erfüllt nur Plantagensaatgut die Anforderungen für «ausgewähltes Saatgut». Bei dem nach OECD-Richt-

linien gehandelten und exportierten «ausgewählten Saatgut» handelt es sich somit meist um Plantagensaatgut.

Nach Schätzungen des Oregon Seed Certification Service (mündliche Mitteilung von S. Wolff) macht das nach den OECD-Richtlinien von den USA ins Ausland versandte Douglasiensaatgut weniger als 5% des Gesamtverbrauches aus. Der Hauptanteil des Saatgutes wird somit im Inland verbraucht. Beim Inlandverbrauch beträgt der Anteil an Plantagensaatgut heute bereits  $\frac{1}{3}$ , und nur  $\frac{1}{3}$  stammt aus Waldbeständen. Beim exportierten Saatgut ist die Situation völlig umgekehrt: Praktisch alles Saatgut stammt aus Waldbeständen. Bis in die 80er Jahre stammte auch das meiste aus Britisch-Kolumbien exportierte Saatgut aus Waldbeständen (*source identified*). Mit zunehmender Produktion der Samenplantagen wuchs jedoch das Bedürfnis, die OECD-Zertifizierung auch auf die ungetesteten Samenplantagen auszudehnen. Solches Saatgut wird heute ebenfalls als «quellengesichert» (SIA) exportiert (*Edwards & Portlock 1986*).

In Britisch-Kolumbien gelten die Forstregionen auch als Herkunftsregionen. Die früher geltende Einteilung in Provenienzregionen (1010, 1020, 1030 usw.) wurde aufgehoben. Für unsere Verhältnisse ist nur die «Coast Forest Region» von Interesse.

### 3.2.1 Saatgut aus nordwestamerikanischen Waldbeständen

Rund 97% des 1989 und 1990 aus den Staaten Oregon und Washington exportierten und nach OECD-Richtlinien gehandelten Douglasiensaatgutes (rund 3525 kg p.a.) ist als «quellengesichert» eingestuft und stammte aus Naturbeständen oder Folgebeständen von ehemaligen Urbeständen (*Anonym 1991*). Rund 41% des gehandelten, quellengesicherten Douglasiensaatgutes gehörten der Unterkategorie B und 56% der Unterkategorie A an. Das Saatgut wird von privaten Firmen innerhalb der bezeichneten Ernteregionen in Höhenbändern von 500 Fuss (152,4 m) geerntet. Das Saatgut darf innerhalb einer Herkunftsregion und eines bestimmten Höhenbandes gemischt werden. Die Herkunftsregionen sind unterschiedlich gross und umfassen im Schnitt ein Gebiet von rund 3250 km<sup>2</sup> ( $\frac{1}{3}$  der Schweiz). Das Saatgut wird meist entlang von Forststrassen gewonnen. Da keine eigentlichen Erntebestände wie in der Schweiz bestehen, ist die Wahrscheinlichkeit, zweimal vom selben Standort Saatgut zu erhalten, klein. Die Vergleichbarkeit des auf diese Weise geernteten Saatgutes mit dem Saatgut, welches für die zahlreichen Provenienzversuche verwendet wurde, ist deshalb nur bedingt gegeben. Das Saatgutzertifikat Britisch-Kolumbiens enthält neben den Angaben über die Herkunftsregion auch die geographische Länge und Breite sowie eine Höhenangabe. Die Herkunft ist somit – im Unterschied zu Saatgut aus den USA – klar lokalisierbar.

Im Jahr 1981 bereiste eine von der EWG finanzierte Arbeitsgruppe den pazifischen Nordwesten, um Verbesserungsvorschläge für die unbefriedi-

gende Situation bei der Douglasien-Saatgutbeschaffung auszuarbeiten. Der Bericht beleuchtet die mannigfaltigen Probleme, welche bei der Saatgutbeschaffung aus Wildbeständen vorhanden sind, und empfiehlt gemeinsame Douglasienbeerntungen durch die interessierten europäischen Länder in Mastjahren (Fletcher *et al.* 1981). Die Schweiz sollte sich bei der Saatgutbeschaffung diesen koordinierten Beerntungen anschliessen, da nur so eine kontinuierliche Versorgung mit bekannten und gesicherten Herkünften möglich scheint.

Einzelne Saatgutfirmen bieten Saatgut aus den von der IUFRO für die verschiedenen Provenienzversuche beernteten Regionen an. Die Zuverlässigkeit der Angaben ist jedoch von Fall zu Fall zu prüfen.

### *3.2.2 Saatgut aus nordwestamerikanischen Samenplantagen*

Nur rund 3 % des 1989 und 1990 aus den Staaten Oregon und Washington exportierten und nach OECD-Richtlinien gehandelten Saatgutes (rund 100 kg p.a.) stammt aus Samenplantagen und wurde als «ausgewählt» oder «geprüft» eingestuft (Anonym 1991). Der Anteil des Saatgutes aus Samenplantagen dürfte sich jedoch in den nächsten Jahren vervielfachen. Die Staaten Washington, Oregon und Kalifornien verfügen über 989 ha Douglasien-Samenplantagen (Stand 1988). 774 ha sind unter 15 Jahre alt und 215 ha sind 16 Jahre und älter (Cress & Daniels 1990). Ein Grossteil der Samenplantagen wird also erst in den nächsten Jahren volle Produktionsreife erreichen. Die Samenplantagen wurden einerseits vom Forstdienst und anderseits von privaten Forstunternehmungen oder Forstkooperativen erstellt. Samenplantagen werden fast ausschliesslich im Rahmen von Züchtungsprogrammen betrieben. Das Ziel des Züchtungsprogrammes besteht meist in der Selektion und Reproduktion der zuwachskräftigsten Familien für eine individuell definierte Aufzuchtzone (*breeding zone*). Die Samenplantagen können Material aus einer oder mehreren Herkunftsregionen (*seed zones*) enthalten, je nach dem Waldbesitz der an der Samenplantage beteiligten Eigentümer. Die Selektion der in den Samenplantagen vorhandenen Familien erfolgt in verschiedenen Schritten und mit unterschiedlicher Intensität aufgrund breit angelegter Nachkommenschaftstests. Die Anzahl repräsentierter nicht verwandter Familien pro Plantage liegt in den uns zurzeit interessierenden Samenplantagen im Schnitt bei 126.

Probleme mit ungenügender Anzahl nicht verwandter Familien dürften in verschiedenen Züchtungsprogrammen in der zweiten und dritten Generation auftreten. Diesen soll durch Einkreuzen von ausgelesenen Individuen aus Wildbeständen begegnet werden.

Bei Pflanzen aus Plantagensaatgut darf im allgemeinen ein den Pflanzen aus Bestandessaatgut überlegenes Wachstum erwartet werden. Es darf jedoch nicht mit besseren Formwerten oder höherer Krankheitsresistenz gerechnet

werden, da in den meisten Programmen nicht auf diese Eigenschaften selektiert wird.

Bereits heute haben die Samenplantagen verschiedener Organisationen das Stadium erreicht, wo über den eigenen Bedarf Saatgut produziert und dieses Saatgut auf dem Markt angeboten wird. Das Saatgut aus vorhandenen Samenplantagen ergibt ein Aufforstungspotential von etwa 0,81 Mio. ha im Jahre 1990 und wird auf etwa 4,45 Mio. ha im Jahr 2000 ansteigen. Das entspricht einer Verfünffachung des Potentials. Der Anteil des Plantagensaatgutes beim Inlandverbrauch dürfte sich von zurzeit 60 bis 70 % auf über 95 % steigern. Es ist abzusehen, dass auch für den Export der Anteil des Plantagensaatgutes gewaltig ansteigen wird und dass es für Aussenstehende in absehbarer Zeit schwierig werden wird, überhaupt noch Saatgut aus Waldbeständen zu erhalten.

Die Übersicht über das vorhandene Angebot an Plantagensaatgut ist dank eines 1990 erschienenen Handbuches leicht möglich. Von den 71 in den Staaten Kalifornien, Oregon und Washington bestehenden Samenplantagen sind deren 18 mindestens teilweise aus Herkünften aufgebaut, welche für schweizerische Verhältnisse interessieren. Zurzeit bieten jedoch lediglich 7 dieser Plantagen Saatgut an Dritte an. Wichtig bei der Beurteilung des Angebotes ist die Zusammensetzung der repräsentierten Herkunftsregionen und die Anzahl repräsentierter Familien sowie das repräsentierte Höhenband. Bei den durch die Samenplantagen repräsentierten Aufzuchtzonen werden Höhenbänder von 1000 Fuss (304,8 m) zusammengefasst.

Neben Saatgut aus den erwähnten amerikanischen Samenplantagen ist auch solches aus verschiedenen Samenplantagen der Küstenregion Britisch-Kolumbiens verfügbar.

### *3.3 Geeignete Herkünfte aus europäischen Beständen*

#### *3.3.1 Saatgut aus europäischen Waldbeständen*

Die Frage des Ursprungs älterer europäischer Douglasienbestände ist ungeklärt. Aufgrund von morphologischen Vergleichen von Samen und des DNA-Gehaltes von Embryozellen konnte *Berney* (1972) feststellen, dass der Douglasienbestand von Bözingen aus der Region zwischen dem 45. und 47. Breitengrad der Küste stammt. Eine Isoenzymuntersuchung von Douglasienbeständen in Bözingen, Lyss und Wileroltigen und der Vergleich mit den Ergebnissen einer Untersuchung über das gesamte Verbreitungsgebiet der Douglasie (Li Peng und Adams 1989) bestätigte diese Aussage (*Stauffer* und Adams 1992). Die drei untersuchten Douglasienbestände von Bözingen, Lyss und Wileroltigen weisen zudem sehr geringen genetischen Abstand untereinander auf und dürften aus derselben Region stammen. Eine weitere Präzisierung des Herkunftsortes wäre aufwendig und schwierig. Bestehende ältere

Anbauten können somit nicht zur Klärung der Herkunftsfrage herbeigezogen werden. Die zum Teil sehr ansprechenden Ergebnisse früherer Douglasienanbauten zeigen jedoch, dass die damals gewählten Herkünfte recht gut unseren Verhältnissen entsprechen. Die Versorgung mit Saatgut aus eigenen Beständen wäre deshalb interessant.

Die IUFRO-Versuche wurden unter anderem dazu benutzt, die Frage abzuklären, ob bereits eine Anpassung im Sinne von Landrassen stattgefunden habe. Die in den Versuch einbezogenen deutschen Herkünfte zeigten auffallend geringere Frostempfindlichkeit als die Herkünfte vergleichbarer Wuchsleistung aus Nordamerika (Kleinschmit 1974). Die Bildung von Landrassen durch Selektion darf daher vermutet werden. Durch die Verwendung von Saatgut aus europäischen Beständen könnten die Vorteile der Landrassenbildung genutzt werden. Das untersuchte Saatgut aus den Douglasienbeständen von Bözingen, Lyss und Wileroltigen zeigte für die Mutterbäume und den Pollenpool Naturbeständen aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet vergleichbare genetische Variabilität. Für die zweite Generation (Embryos) wurde dagegen ein deutliches Defizit an Heterozygoten in allen Beständen beobachtet. Das Paarungssystem bzw. die Bildung von selbstbefruchteten Samen wurde als wichtigster Faktor für die im Vergleich zu Naturbeständen tieferen Heterozygotewerte festgestellt (Stauffer und Adams 1992). Während in Naturbeständen der Anteil fremdbefruchteter Samen 0,86 bis 1,00 beträgt, wurde für Bözingen ein Wert von 0,71, für Lyss 0,68 und für Wileroltigen 0,86 festgestellt. Diese Ergebnisse können zwar nicht verallgemeinert werden, doch sind sie, zusammen mit der allgemein beobachteten geringen Anzahl lebensfähiger Samen pro Zapfen bei europäischen Ernten, ein deutlicher Hinweis, dass bei der Verwendung dieses Saatgutes für die Nachzucht Vorbehalte gemacht werden müssen. Selbstbefruchtete Samen haben in Pflanzgartenverhältnissen eine grösitere Chance zu überleben. Diese selbstbefruchteten Sämlinge müssen deshalb durch einen strengen Ausleseprozess in der Pflanzschule und später im Bestand ausgemerzt werden.

Auch ohne die gemachten Vorbehalte dürfte die Versorgung mit schweizerischem Saatgut auf Schwierigkeiten stossen, da die Ausbeute an keimfähigen Samen in europäischen Beständen meist geringer ist als in amerikanischen. Die Ursachen dieses Phänomens sind noch nicht völlig geklärt. Neben dem Befall des Saatgutes durch Insekten wird jedoch das Erfrieren der Blüte durch Spätfröste als Hauptgrund häufiger Fehlmasten angesehen (Kleinschmit 1984). Für schweizerische Verhältnisse ist auch Saatgut aus deutschen und französischen Beständen in Betracht zu ziehen. In Baden-Württemberg werden zurzeit Saatguterntebestände aus ausgelesenen Saatgut der für die Schweiz interessanten Herkunftsgebiete 012, 030, 403, 412 und 430 angelegt (mündliche Mitteilung A. Franke, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg). Frankreich hat für neun wichtige Provenienzen über 200 ha Erhaltungsplantagen angelegt (*Bastien et al. 1986*).

Wegen des grossen Saatgutbedarfes für die umfangreichen Douglasien-Anbauprogramme unserer Nachbarländer ist es jedoch meist schwierig, die entsprechenden Herkünfte zu erhalten.

### *3.3.2 Saatgut aus europäischen Samenplantagen*

Ein grosses Problem bei der Anlage von Douglasien-Samenplantagen war die Unverträglichkeit gewisser Ppropfunterlagen mit den Ppropflingen. Verschiedene Plantagen hatten derart grosse Ausfälle, dass sie aufgegeben werden mussten. Inzwischen konnten ppropfverträgliche Unterlagen ausgelesen und erprobt werden (Copes 1982). Die Gesamtfläche der Douglasien-Samenplantagen beträgt in Frankreich rund 70 ha (Bastien *et al.* 1986) und in Westdeutschland etwa 50 ha (Kleinschmit 1984). Die französischen Douglasien-Samenplantagen wurden erst in den 80er Jahren angelegt und erreichen ihre volle Produktionskraft erst gegen das Jahr 2000 (Chollet 1986). Bei einer angenommenen jährlichen Produktion von 15 kg Saatgut/ha würde sich für diese zwei Länder eine Produktion von 1800 kg Samen ergeben, was etwa einem Drittel des Gesamtbedarfs entsprechen würde. Die effektive Produktion ist aber viel bescheidener (Lacroix *et al.* 1988) und dürfte vorläufig für den Export nicht ausreichen. Auch Belgien verfügt über eine Douglasien-Samenplantage, deren Produktion allerdings gering ist (Nanson 1978).

## **4. Vorschlag für den Import von Douglasiensaatgut in die Schweiz**

### *4.1 Zulassungskriterien für den Import von Saatgut und Pflanzen*

Die Herkunftsversuche in ganz Europa haben gezeigt, dass bezüglich der Wuchsleistung, der Frostresistenz, der Formeigenschaften und der Anfälligkeit auf Rostige Douglasienschütté bedeutende Unterschiede zwischen den verschiedenen Herkünften bestehen. Herkünfte, welche nicht eine ausgewogene Kombination dieser vier Eigenschaften aufweisen, sollten nicht zum Import für die praktische Verwendung im Wald zugelassen werden.

In der Schweiz sind bisher nur für den insubrischen Kastaniengürtel des Tessins und im Kanton Waadt Provenienzversuche durchgeführt worden (Buffi 1987c, Badan und Jeantet 1980). Die praktischen Anbauerfahrungen mit den in der Schweiz am meisten verwendeten Provenienzen 403 Darrington, 412 Snoqualmie, 422 Ashford und 430 Randle wurden leider nie zusammengestellt und ausgewertet.

In Ermangelung genügender und umfassender schweizerischer Anbauversuche können die internationalen Anbauversuche mit einer breiten Palette von Provenienzen herangezogen werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Ergebnisse ausländischer Versuche nicht ohne Vorbehalt auf die vielfältigen klimatischen Verhältnisse der Schweiz übertragbar sind.

Die nachfolgenden Herkunftsempfehlungen für die Schweiz wurden aufgrund folgender Unterlagen zusammengestellt:

- a) Herkunftsversuche Schweiz (Tessin, Waadt) und praktische Erfahrungen.
- b) Ergebnisse der internationalen Herkunftsversuche in der Bundesrepublik Deutschland, Österreich, Frankreich und Belgien.
- c) Verschiedene das natürliche Verbreitungsgebiet der Douglasie umfassende Studien betreffend geographischer Variation der genetischen Struktur, Frosthärte, Trockenresistenz und Resistenz gegen Schädlingsbefall.
- d) Herkunftsempfehlungen Bundesrepublik Deutschland (Baden-Württemberg und Bayern), Österreich, Frankreich und Belgien.
- e) Klimavergleich mit dem natürlichen Verbreitungsgebiet; für die Gliederung der Herkunftsempfehlungen wurde die Karte der Wärmegliederung der Schweiz herangezogen (Schreiber *et al.* 1977).

#### 4.2 Herkunftsempfehlungen

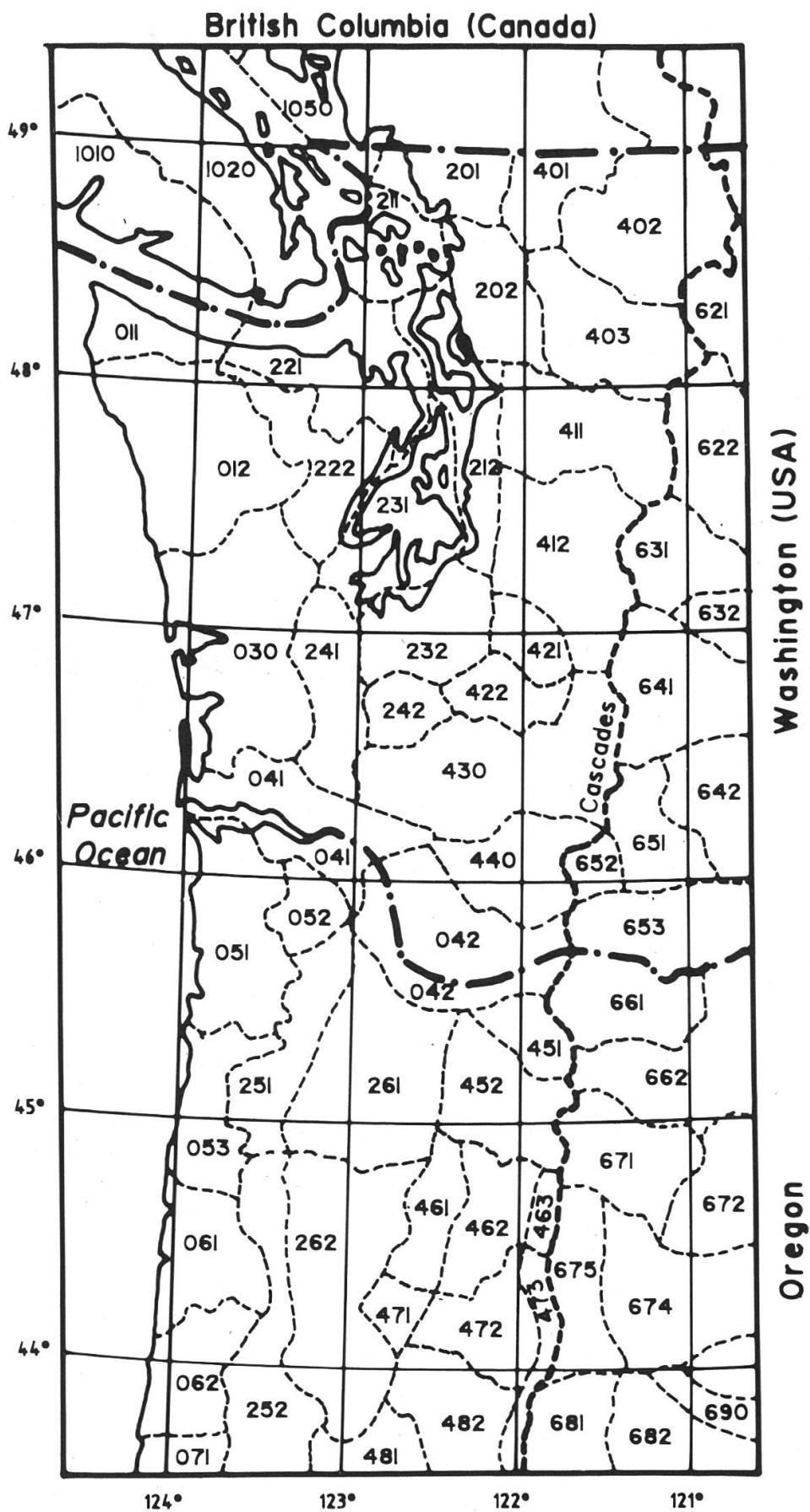
Das Ziel des Anbaus von Douglasien bestand bisher meist in der Erweiterung der Baumartenpalette mit einer der Fichte und Tanne bezüglich Ertrag überlegenen Baumart. Mit den sich verändernden Umweltbedingungen zeichnen sich jedoch neue Aspekte des Exotenanbaus ab. Dieser Wandel wird sich vermehrt auch in der Einstellung zum Exotenanbau niederschlagen. Bei der Empfehlung für die Wahl geeigneter Herkünfte sind die neuen Erkenntnisse mit zu berücksichtigen. Bisher gemachte Anbauerfahrungen sind aufschlussreich und richtungsweisend. Die vermehrte Berücksichtigung sich wandelnder Umweltbedingungen erfordert jedoch auch die Neubewertung bisheriger Erfahrungen und die Anlage von Anbauversuchen, die Antworten auf die aufgeworfenen Fragen ermöglichen sollen.

Die Herkunftsempfehlungen werden deshalb zweigeteilt in eine eher konservative Liste empfohlener Herkünfte für die praktische Anwendung im Wald und eine Liste von Herkünften, die in abtastenden, auf künftige Anwendungen ausgerichteten Anbauversuchen getestet werden sollten.

Das potentielle Anbaugebiet für die Douglasie sind Waldstandorte in der Wein-, Obst-, Ackerbau- und Berggrünlandstufe.

In der Weinbaustufe sollte aus den in Kapitel 1.4 erwähnten Gründen auf den Anbau der Douglasie verzichtet werden. Eine Ausnahme bildet hier die Alpensüdseite, wo in der Weinbaustufe oft sanierungsbedürftige Kastanienwälder anzutreffen sind. Für diese Stufe werden deshalb nur Herkunftsempfehlungen für die Alpensüdseite gemacht.

Die meisten europäischen Provenienzversuche wurden in mittleren Höhenlagen angelegt. Ausnahme bilden drei Versuchsstandorte in Baden-Württemberg von rund 1000 m ü. M. (Kenk und Thren 1984). Die grossen Unterschiede bei den Ergebnissen der verschiedenen getesteten Herkünfte



*Abbildung 1.* Offizielle Herkunftsregionen Washingtons und Nord-Oregons.

auf diesen Standorten weisen auf die steigende Bedeutung der Provenienzfrage mit zunehmender Höhenlage hin. Aus einem jüngeren Anbauversuch in den französischen Alpen (1390 bis 1480 m ü. M.) geht hervor, dass sich die Inlanddouglasie bezüglich Wachstum mit den besten Herkünften verschiedener *Abies*- und *Picea*-Arten messen kann, Küstendouglasien jedoch deutlich unterlegen waren (Bastien *et al.* 1990). Insgesamt scheint es noch verfrüht, Empfehlungen für die Berggrünlandstufe zu geben. Eine Karte der Herkunftsgebiete (Abbildung 1) ermöglicht eine Übersicht über die vorgeschlagenen Herkünfte.

Der Import für die praktische Verwendung im Wald wird auf die bewährten Herkünfte beschränkt (Tabelle 1). Die Verwendung von Saatgut aus den empfohlenen Herkunftsgebieten allein garantiert noch keinen Wuchserfolg. Da meist keine Bestandesernte erfolgt, ist die Qualität des Saatgutes erheblichen Schwankungen unterworfen. Auf den Import von Saatgut einer Höhenlage ausserhalb des angegebenen Höhenbereiches sollte verzichtet werden. Es sind Herkünfte aus Höhenlagen zu verwenden, deren Höhenlage derjenigen des Verwendungsortes in der Schweiz entsprechen. Für spezielle Gebiete der Schweiz sind Anbauversuche mit Herkünften durchzuführen, welche nicht in den engeren Kreis der empfehlenswerten Herkünfte gehören. Die Gebiete, in welchen Versuchsanbauten wünschbar sind, und die zu testenden Provenienzen gehen aus Tabelle 2 hervor.

Tabelle 1. Herkunftsempfehlungen für die Schweiz.

Bezeichnung der Saatgutzone Staat, Nr., Name	Wärmestufen nach Schreiber (1977) Obst-Ackerbaustufe	Ackerbaustufe	Empfohlen in folgenden Ländern
WA 012 Forks, Quinault	150		B/BY/NW
WA 030 Hoquiam, Humptulips*	bis		F/B/BY/NW/BW
WA 202 Mt. Vernon, Arlington	750 m		F/B/BY/NW/BW
WA 401 Glacier			B/BY/NW/BW
WA 402 Concrete	150	450	Ö/B/BY/NW
WA 403 Darrington	bis	bis	F/B/Ö/BY/NW/BW/VD
WA 411 Skykomish, Startup	750 m	900 m	F/B/Ö/BY/NW/BW/TI
WA 412 Snoqualmie Falls, Enumclaw			F/B/Ö/BY/NW/BW/ VD/TI
WA 421 Old Baldy Mountain			(B)/BY/NW
WA 422 Ashford	150 bis		F/(B)/Ö/BY/NW
WA 430 Randle, Cowlitz	750 m		Ö/(B)/BY/NW

\* Empfohlen für spätfrostgefährdete Lagen.

Die in der Tabelle angegebene *Höhenlage* bezieht sich auf die Herkunftsregion und nicht auf den Anbauort in der Schweiz.

Abkürzungen Länder:

F Frankreich	Ö Österreich	NW Nordrhein-Westfalen	VD Waadt
B Belgien	BY Bayern	BW Baden-Württemberg	TI Tessin (Copera)

*Tabelle 2. Vorschlag für Herkünfte für Versuchsanbauten in der Schweiz.  
(Import von Saatgut dieser Herkunftsregionen für Versuchsanbauten unter Kontrolle der Forstdienste, der ETHZ und des WSL gestattet.)*

Bezeichnung der Saatgutzone Staat, Nr., Name	Wärmestufen nach Schreiber (1977)			
	Weinbau- stufe	Obst-Acker- baustufe	Acker- baustufe	Berggrün- landstufe
BC 1050[3] Chilliwack, Vancouver	[1]	[1]	[1]	600 bis 900 m
BC 1010[3] West Vancouver Island	150 bis	300 bis	450 bis	
BC 1020[3] Ost Vancouver Island	450 m	600 m	750 m	
WA 012 Forks, Quinault	[1] 150 bis			
WA 030 Hoquiam, Humptulips	600 m			
WA 221 Port Angeles, Sequim	[2] 150 bis 600 m			
WA 401 Glacier				
WA 402 Concrete			900	
WA 403 Darrington			bis	
WA 411 Skykomish, Startup			1200 m	
WA 412 Snoqualmie Falls, Enumclaw				
OR 451 Zig Zag, Government Camp	[2]			
OR 452 Estacada, Clackamas	450			
OR 461 Mill City, Sweet Home	bis			
OR 462 Detroit, Cascadia	750 m			
WA 622 Cashmere, Wenatchee R.				
WA 631 Snoqualmie Pass, Cle Elum			750	
WA 641 Naches, Chinook Pass			bis	
WA 652 Trout Lake			1200 m	
OR 675 Santiam Pass				

Die in der Tabelle angegebene *Höhenlage* bezieht sich auf die Herkunftsregion und nicht auf den Anbauort in der Schweiz.

Legende:

- [1] milde niederschlagsreiche Standorte der Alpensüdseite
- [2] milde Lagen am Jurasüdfuss
- [3] frühere, heute ungültige Bezeichnung der Saatgutzonen (siehe Kapitel 3.2)

## Résumé

### Recommandation pour la culture du sapin Douglas en Suisse – une proposition

Le sapin Douglas est cultivé avec succès en Suisse depuis plus de 100 ans et – bien que son aire de culture soit très modeste – est aujourd’hui l’essence exotique la plus importante dans la forêt suisse. L’habitat particulièrement vaste du sapin Douglas en Amérique du Nord-ouest et le polymorphisme prononcé de cette essence permettent le choix de la provenance adéquate pour des stations vraiment différentes. De nom-

breux examens de la structure génétique du Douglas dans son habitat naturel et des essais de culture de grande envergure dans toute l'Europe permettent des déductions aujourd'hui pour un choix de la provenance qui convient. Les résultats les plus importants de ces essais et études sont résumés et des conseils pour la culture et le choix des provenances sont donnés. Pour des régions particulières de Suisse, des essais de culture seraient souhaitables, avant que des conseils concrets sur les provenances puissent être donnés. Les conditions spéciales pour l'approvisionnement en semences aux USA et au Canada sont discutées et les difficultés à obtenir des semences des peuplements européens sont montrées. Il est conseillé de pratiquer des récoltes de semences dans l'habitat naturel de l'arbre et cela en commun avec d'autres pays européens intéressés.

Traduction: Stéphane Croptier

### *Literatur*

*Anonym* (1980): Empfehlungen zum Anbau der Douglasie in Nordrhein-Westfalen. AFZ, 35: 9/10, 219/220.

*Anonym* (1980): Zur Einfuhr von Douglasiensaatzgut. AFZ, 35: 9/10, 220.

*Anonym* (1984): Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Baden-Württemberg (Herkunftsempfehlungen) Stand: März 1984.

*Anonym* (1991): OECD Scheme for the Control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade; United States report on implementation of the scheme. OECD Committee of Agriculture Meeting, Paris, February 1991.

*Arno, S. F., Hammerly, R. P.* (1990): Northwest Trees. The Mountaineers, Seattle, Washington. Fifth printing.

*Badan, R., Jeantet, G.* (1980): A propos du comportement juvénile de quelques espèces résineuses réintroduites en forêt vadoise. Forêt, 6: 187–192.

*Bastien, J.-Ch., Roman-Amat, B., Michaud, D.* (1986): Douglas. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (1950). Rev. forest. fr., 38: 113–120.

*Bastien, J.-Ch., Imbert, P., Vallance, M.* (1990): Choix des espèces pour le reboisement en haute altitude. Premiers enseignements de l'arboretum Curie (Col des Trois-Sœurs – Lozère – alt.: 1470 m. Rev. forest. fr., 42: 495–509.

*Berney, J. L.* (1972): Studies on the probable origin of some European Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) plantations. University of British Columbia, Canada, 99 S.

*Breidenstein, J., Bastien, J.-Ch., Roman-Amat, B.* (1990): Douglas fir range-wide variation; results from the IUFRO data-base. IUFRO working parties handbook; Joint meeting with WFGA, August 1990, Olympia, Washington, USA.

*Buffi, R.* (1985): Le specie a rapido accrescimento per la zona castanile. Agricoltore Ticinese, 117: 17, 6.

*Buffi, R.* (1986): Exotenanbau im Licht der Waldschäden – Züchtungsprogramme mit fremdländischen Baumarten (Tagungsbericht). Schweiz. Z. Forstwes., 137: 10, 891–894.

*Buffi, R.* (1987a): Das Jugendwachstum verschiedener Baumarten in den Versuchsaufforstungen von Copera. – Ein Beitrag zur Baumartenwahl im Kastanienareal der Alpensüdseite. Schweiz. Z. Forstwes., 138: 2, 139–153.

*Buffi, R.* (1987b): Zur Bewirtschaftung der Douglasie auf der Alpensüdseite. Bündnerwald, 40: 39–42.

*Buffi, R.* (1987c): Le specie forestali per la zona castanile insubrica. Mitteilungen der EAFV, Bd./Vol. 63 Heft/Fasc. 3, 410–656.

*Bürgi, A., Diez, Ch.* (1986): Übersicht über den Exotenanbau in der Schweiz aufgrund einer Umfrage vom Herbst/Winter 1984/85. Schweiz. Z. Forstwes., 137: 10, 833–851.

*Campbell, R. K.* (1979): Genecology of Douglas-fir in a watershed in the Oregon Cascades. Ecology, 60: 5, 1036–1050.

*Champs de, J.* (1979): Règles pratiques de culture du douglas. Afocel-Armef Informations-Forêts., 135: 117–127.

*Chollet, F.* (1986): Les vergers à graines forestiers. *Rev. forest. fr.*, 38: 74–80.

*Copes, D. L.* (1982): Field tests of graft compatible Douglas-fir seedling rootstocks. *Silvae Genetica*, 31: 5–6, 183–187.

*Cress, D. W., Daniels, J. D.* (1990): Forest seed orchards of Western Oregon, Western Washington and Northern California. Published by Daniels & Associates Forest Genetics Consultants, Centralia, Washington, USA.

*Diez, Ch., Bürgi, A.* (1991): Wuchsleistung und Qualität von Douglaie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirbel] Franco), Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn) und Roteiche (*Quercus rubra* L.) in der Schweiz. Bericht 329 WSL, 46 S.

*Edwards, D. G. W., Portlock, F. T.* (1986): Expansion of Canadian Tree Seed Certification. *The Forestry Chronicle*, 10: 461–466.

*Fletcher, A. M., Birot, Y., Reck, S. G.* (1981): Douglas-fir case study. Field inspection.

*Fletcher, A. M., Samuel, C. J. A.* (1990): Growth and branching characteristics in the IUFRO origins of Douglas fir 16 years after planting in Britain. IUFRO working parties handbook; Joint meeting with WFGA, August 1990, Olympia, Washington, USA.

*Frei, E., Voekt, U., Flückiger, R., Brunner, H., Schai, F.* (1980): Bodeneignungskarte der Schweiz auf Grund der Bodeneigenschaften und ausgewählter physiographischer Landschaftselemente. Bundesamt für Landestopographie, 3084 Wabern, 145 S.

*Furger, M., Wanner, H., Engel, J., Troxler, F. X., Valsangiacomo, A.* (1989): Zur Durchlüftung der Täler und Vorlandsenken der Schweiz. Resultate des NFP 14; *Geographica Bernensia* P20, Geogr. Institut der Universität Bern, 162 S.

*Günzl, L.* (1981): Ergebnisse aus den österreichischen Douglasien-Provenienzversuchen. *Allg. Forstzg.*, 92: 8, 283–290.

*Günzl, L.* (1986): Anbauerfahrungen aus den österreichischen Douglasien-Provenienzversuchen der letzten 20 Jahre. Sonderdruck aus AFZ.

*Günzl, L.* (1987): Douglasien-Anbauversuche in Österreich. Sonderdruck aus Förderungsdienst, 35: 11, 316–326.

*Hermann, R. K.* (1981): Die Gattung *Pseudotsuga* – Ein Abriss ihrer Systematik, Geschichte und heutigen Verbreitung. *Forstarchiv*, 52: 204–212.

*Heis, H., Ruetz, W., Bentz, F.* (1984): Auswertung von drei Douglasienprovenienzversuchen im Alter von zehn Jahren in Oberösterreich. Sonderdruck aus AFZ.

*Jeantet, G.* (1983): Le Douglas. *Forêt*, 36: 2, 53–57.

*Kenk, G., Thren, M.* (1984): Ergebnisse verschiedener Douglasienprovenienzversuche in Baden-Württemberg. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 155: 7/8, 165–184 und 155: 10/11, 221–240.

*Kleinschmit, J., Racz, J., Weisgerber, H., Dietze, W., Dimpflemeier, R.* (1974): Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland, *Silvae Genetica*, 23: 6, 167–176.

*Kleinschmit, J., Svolba, J., Weisgerber, H., Jestaedt, M., Dimpflemeier, R., Ruetz, W., Dieterich, H.* (1979): Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der BRD, II. Ergebnisse der Feldversuche im Alter 6. *Silvae Genetica*, 28: 5–6, 226–244.

*Kleinschmit, J.* (1984): Neuere Ergebnisse der Douglasien-Provenienzforschung und -Züchtung in der Bundesrepublik Deutschland. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 135: 8, 655–669.

*Kleinschmit, J., Svolba, J., Weisgerber, H., Rau, H. M., Dimpflemeier, R., Ruetz, W., Franke, A.* (1990): Results of the IUFRO Douglas-fir experiment in the Federal Republic of Germany at age 20. IUFRO working parties handbook; Joint meeting with WFGA, August 1990, Olympia, Washington, USA.

*Kohl, A., Nather, J.* (1977): Douglasienherkünfte für Österreich aus der kontrollierten Beerntung 1976. Eine kurze Beschreibung und Verwendungsempfehlung. *Holz-Kurier*, 32: 7, 11–13.

*Lacroix, Ph., Bastien, J.-Ch., Roman-Amat, B., Guibert, M., Terrasson, D.* (1988): Vergers à graines de douglas: Le crû 1987. *Rev. forest. fr.*, 40: 5, 403–404.

*Larsen, J. B., Ruetz, W. F.* (1980): Frostresistenz verschiedener Herkünfte der Douglaie (*Pseudotsuga menziesii*) und der Küstentanne (*Abies grandis*) entlang des 44. Breitengrades in Mittel-Oregon. *Forstw. Cbl.*, 99: 222–233.

*Larsen, J. B.* (1983): Trockenresistenz, Wasserhaushalt und Wachstum junger Douglasien (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) und Küstentannen (*Abies grandis* Dougl. Lindley) in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung. *Det forstlige forsogsvaesen i Danmark*, 39: 1, 1–82.

*Li, P., Adams, W. T.* (1989): Range-wide patterns of allozyme variation in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Can. J. For. Res.*, 19: 149–161.

Loopstra, C. A., Adams, W. T. (1989): Patterns of variation in first-year seedling traits within and among Douglas-fir breeding zones in Southwest Oregon. *Silvae Genetica*, 38: 5–6, 235–243.

Marcket, E. (1975): Bemerkungen und Beobachtungen über den Augusttrieb (mit besonderer Berücksichtigung der Douglasie). *Schweiz. Z. Forstwes.*, 126: 3, 214–237.

Motschalow, S. (1988): Zur Jugendentwicklung der Douglasie auf Kalkböden. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 139: 8, 675–689.

Nanson, A. (1978): Provenances recommandables pour la sylviculture. *Bull. Soc. Roy. For. de Belgique, Separatdruck*, 85, 6: 218–246.

Oswald, H., Pardé, J. (1984): Die Douglasie in Frankreich: Waldbau und Leistung. *AFZ.*, 39: 17/18, 438–441.

Rau, H. M. (1985): Der Douglasien-Provenienzversuch von 1958 in Hessen. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 156: 472–479.

Rehfeldt, G. E. (1983): Genetic variability within Douglas-fir populations: implications for tree improvement. *Silvae Genetica*, 32: 1–2, 9–14.

Ruetz, W. F. (1981a): Die pazifische Edeltanne; *Nobilis*, eine Baumart für höhere Lagen? *AFZ*, 36: 22.

Ruetz, W. F. (1981b): Douglasienherkunftsempfehlungen – ein Vorschlag für Bayern. *Sonderdruck aus AFZ*, 36: 41.

Ruetz, W. F., Foerst, K. (1984): Grundsätze für den Anbau der Douglasie in Bayern. *Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*.

Ruetz, W. F. (1985): Applying the results of Douglas-fir provenance research to practical forestry. *IUFRO working party S.2.02.05; Douglas-fir provenances*.

Ruetz, W. F. (1989): Provenienzforschung bei der Douglasie. *AFZ*, 44: 22–23, 563–565.

Schober, R., Kleinschmit, J., Svolba, J. (1983): Ergebnisse des Douglasien-Provenienzversuches von 1958 in Nordwestdeutschland. I. Teil. *Allg. Forst- u. J. Ztg.*, 154: 12, 209–236.

Schober, R., Kleinschmit, J., Svolba, J. (1984): Ergebnisse des Douglasien-Provenienzversuches von 1958 in Nordwestdeutschland. II. Teil. *Allg. Forst- u. J. Ztg.*, 155: 2/3, 53–80.

Schreiber, K.-F., Kuhn, N., Hug, C., Häberli, R., Schreiber, C. (1977): Wärmegliederung der Schweiz aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969–1973. *Eidg. Landestopographie und Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale*, 3000 Bern, 64 S.

Stauffer, A., Adams, W. T. (1992): Allozyme variation and mating system of three Douglas-fir stands in Switzerland. Paper No. 2854 of the Forest Research Laboratory, Oregon State University.

Stephan, B. R. (1980): Prüfung von Douglasien-Herkünften auf Resistenz gegen *Rhabdoctine pseudotsugae* in Infektionsversuchen. *Eur. J. For. Path.*, 10: 152–161.

Stephan, B. R. (1981): Douglasien-Schütte. *Waldschutz-Merkblatt 4*. Herausgegeben von H. Butin, Hann. Münden; E. König, Freiburg und P. Schütt, München. Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin.

Stephan, B. R. (1987): Differences in the resistance of Douglas fir provenances to the woolly aphid *Gilletteella cooleyi*. *Silvae Genetica*, 36: 2, 76–79.

Wolf, H., Ruetz, W. F. (1988): Ergebnisse älterer und jüngerer *Abies grandis*-Versuchsanbauten in Bayern. *AFZ*, 43: 25.