

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 138 (1987)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Das Jugendwachstum verschiedener Baumarten in den Versuchsaufforstungen von Copera  
**Autor:** Buffi, Roberto  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766026>

### **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:** 15.01.2026

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

## **Das Jugendwachstum verschiedener Baumarten in den Versuchsaufforstungen von Copera**

### **Ein Beitrag zur Baumartenwahl im Kastanienareal der Alpensüdseite**

Von *Roberto Buffi*

Oxf.: 232.11/12:226:(494.5)

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

Der Kastanienrindenkrebs (*Endothia parasitica* Murr.) wurde im Tessin erstmals im Jahre 1948 beobachtet. Der Erreger ist ein auf *Castanea mollissima* (in China) und *Castanea crenata* (in Japan) endemisch lebender Ascomycet, der vorerst nach Nordamerika und später nach Südeuropa verschleppt wurde. Das Auftreten der Epidemie löste die Befürchtung aus, dass unsere Kastanie (*Castanea sativa*) das Schicksal der amerikanischen Kastanie (*Castanea crenata*) teilen würde, die im Verlauf weniger Jahrzehnte in einem mehr als 1 Million ha grossen Verbreitungsgebiet praktisch vollständig eliminiert wurde. Verschiedene Massnahmen technischer Art wurden vom Forstdienst des Kantons Tessin ergriffen, um die Krankheit einzudämmen, was die Epidemie aber nicht hinderte, sich in kurzer Zeit auf das gesamte Areal der Kastanie auf der Alpensüdseite auszudehnen. Das drohende Verschwinden der Kastanienwälder und dessen Folgen veranlassten Praxis und Forschung, auf einen Ersatz durch andere Baumarten und durch *Endothia*-resistente Kastanien hinzuwirken. Für eine Übersicht der Fragen betreffend Wiederherstellung der Kastanienwälder sei auf Kurth (1968) verwiesen.

Die Selektion resistenter Kastanien begann schon Anfang der fünfziger Jahre; eine Zusammenfassung der Forschungstätigkeit in diesem Bereich bietet Bazzigher (1981). Die Erprobung verschiedener Baumarten als Ersatz für die erkrankte Kastanie ist Gegenstand des Projektes Copera, das vom Bund, vom Kanton Tessin und von der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV) getragen wird. Für die Durchführung des Aufforstungsprojektes, das 1956 begonnen und sukzessive während zwei Jahrzehnten ausgebaut wurde und heute eine Fläche von 29 ha bedeckt, stellte der Kanton Tessin den Staatswald Pian di Né zur Verfügung. Er befindet sich etwa auf mittlerem Wege zwischen Bellinzona und dem Monte Ceneri zwischen 510 und 800 m

ü.M., in einem nord- bis nordwestexponierten Hang. Das Projekt wird 1992 auslaufen; es ist vorgesehen, dass der Kanton Tessin die Aufforstungsflächen übernehmen wird und dass einige Bestände als ertragskundliche Versuchsobjekte weiterhin von der EAFV betreut werden. Vor einem Jahrzehnt zog *Schütz* (1977) eine erste Bilanz aus den durchgeführten Versuchen. Im folgenden fassen wir die Ergebnisse einer ertragskundlichen und waldbaulichen Auswertung über den Anwuchserfolg der erprobten Arten zusammen, die in italienischer Sprache als Mitteilung der EAFV erscheint (Buffi, in Vorbereitung). Da dies hier nur generell und sehr abgekürzt geschehen kann, verweisen wir den interessierten Leser für Details auf diese Publikation.

### **Die Versuchsaufforstungen von Copera und deren Ziele**

Die Ziele der Versuchsaufforstungen — die ursprünglich von F. Fischer konzipiert und angelegt wurden — sind im Rahmen der Umwandlung der erkrankten Kastanienwälder gesetzt. Sie sind stark durch die Situation der fünfziger Jahre geprägt. Da man glaubte, in wenigen Jahren grössere Waldkomplexe umwandeln zu müssen, interessierte man sich in erster Linie für die Jugendphase des Baumwachstums. Die neuen Bestände sollten zur Verminderung des Pflegeaufwandes möglichst schnell aus dem Jungwuchsstadium herauswachsen. Es galt zudem, Fragen zur Vorbereitung der Aufforstungsfläche, zu Pflanz- und Pflorgetechnik, Waldbrandvorbeugung und -bekämpfung zu klären; die dazu angelegten Versuche sind abgeschlossen und deren Ergebnisse publiziert.

Hauptziel des Versuchs Copera ist und bleibt jedoch die Baumartenwahl auf den Standorten der wiederherzustellenden Kastanienwälder. Dazu vergleicht man das Verhalten verschiedener Baumarten auf einem Grossstandort bei konstanter Konkurrenz (Pflege). Um der intraspezifischen Variation Rechnung zu tragen, wurden von mehreren Baumarten verschiedene Provenienzen verwendet; für sechs Arten — Fichte, Weissanne, Waldföhre, Douglasie, europäische und japanische Lärche — wurden Provenienzversuche angelegt.

Das Problem der Baumartenwahl stellte sich insbesondere deshalb, weil die Informationen über die ursprüngliche Zusammensetzung der südalpinen Laubwälder spärlich waren und man nur über sehr wenige einheimische Baumarten verfügte, die als Ersatz für die Kastanie in Frage kamen. Man stand also vor der Situation, dass ein grosses Spektrum von Arten erprobt werden musste. Insgesamt wurden 71 Baumarten gepflanzt; davon sind 37 Laubhölzer und 34 Nadelhölzer. Einheimisch sind 22 Arten, fremdländisch 49 (*Tabelle 1*).

Alle Arten und Provenienzen wurden ertragskundlich und waldbaulich beobachtet und in phytosanitärer Hinsicht periodisch überprüft. Im Hinblick auf die Zielsetzung des Projektes stützt sich die Auswertung im wesentlichen auf das Höhenwachstum der Bestände.

Tabelle 1. Die in Copera erprobten Baumarten (die Zahlen neben den fremdländischen Arten beziehen sich auf Abbildung 1).

Einheimische Arten	
<i>Abies alba</i> Mill.; <i>Larix decidua</i> Mill.; <i>Picea abies</i> (L.) Karst.; <i>Pinus silvestris</i> L.; <i>Acer pseudoplatanus</i> L.; <i>Alnus incana</i> (L.) Mœench; <i>Betula pendula</i> Roth; <i>Betula pubescens</i> Ehrh.; <i>Castanea sativa</i> Mill.; <i>Celtis australis</i> L.; <i>Fagus sylvatica</i> L.; <i>Fraxinus excelsior</i> L.; <i>Fraxinus ornus</i> L.; <i>Juglans regia</i> L.; <i>Populus tremula</i> L.; <i>Prunus avium</i> (L.) L.; <i>Quercus cerris</i> L.; <i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.; <i>Quercus pubescens</i> Willd.; <i>Quercus robur</i> L.; <i>Tilia cordata</i> Mill.; <i>Ulmus glabra</i> Huds.	
Fremdländische Arten	
Nordamerika	1 <i>Abies concolor</i> (Gord. et Glend.) Lindl.; 2 <i>Abies grandis</i> (Dougl.) Lindl.; 3 <i>Abies magnifica</i> A. Murr.; 4 <i>Abies procera</i> Rehd.; 5 <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murr.) Parl.; 6 <i>Cupressus arizonica</i> Greene; 7 <i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch; 8 <i>Pinus contorta</i> Dougl.; 9 <i>Pinus ponderosa</i> Dougl. ex. Laws.; 10 <i>Pinus resinosa</i> Ait.; 11 <i>Pinus strobus</i> L.; 12 <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco; 13 <i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl.; 14 <i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) Buchh.; 15 <i>Thuja plicata</i> Donn; 16 <i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.; 17 <i>Tsuga heterophylla</i> (Raf.) Sarg.; 18 <i>Acer negundo</i> L.; 19 <i>Acer saccharum</i> Marsh.; 20 <i>Betula alleghaniensis</i> Britt.; 21 <i>Fraxinus americana</i> L.; 22 <i>Juglans cinerea</i> L.; 23 <i>Juglans nigra</i> L.; 24 <i>Liquidambar styraciflua</i> L.; 25 <i>Liriodendron tulipifera</i> L.; 26 <i>Nyssa aquatica</i> L.; 27 <i>Prunus serotina</i> Ehrh.; 28 <i>Quercus rubra</i> L.
Asien	29 <i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach.; 30 <i>Cedrus deodara</i> (D. Don) G. Don; 31 <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don; 32 <i>Larix leptolepis</i> (Sieb. et Zucc.) Sieb. ex. Gord.; 33 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng; 34 <i>Picea orientalis</i> (L.) Link; 35 <i>Picea spinulosa</i> (Griff.) Henry; 36 <i>Pinus wallichiana</i> A. B. Jacks.; 37 <i>Acer ginnala</i> Maxim.; 38 <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle; 39 <i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.; 40 <i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.; 41 <i>Eucalyptus</i> sp.; 42 <i>Fagus orientalis</i> Lipsky; 43 <i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.; 44 <i>Tilia dasystyla</i> Stev.
Europa	45 <i>Picea omorica</i> Purk.; 46 <i>Pinus nigra</i> Arnold; 47 <i>Pinus pinaster</i> Soland.
Diverse	<i>Larix x eurolepis</i> Henry; <i>Pinus strobus</i> x <i>P. wallichiana</i>

### Der Standort in Copera

Das Klima ist jenes Insubriens; es kann als milde, auf das Jahr bezogen regenreich bezeichnet werden. In Copera hat man eine Meteostation eingerichtet und folgende sich auf eine 10-Jahres-Periode (1972 bis 1981) beziehende Daten ermittelt:

$T_{\text{Jahr}} = 9,7^{\circ}\text{C}$  (Extreme:  $9,1^{\circ}\text{C}$  bis  $10,4^{\circ}\text{C}$ )

$T_{\text{Januar}} = 1,8^{\circ}\text{C}$  (Extreme:  $-1,0^{\circ}\text{C}$  bis  $4,9^{\circ}\text{C}$ )

$t_{\text{min}} = -9,6^{\circ}\text{C}$  (Ausserhalb der Beobachtungsperiode:  $-13,5^{\circ}\text{C}$ )

$t_{\text{max}} = 31,6^{\circ}\text{C}$

$N_{\text{Jahr}} = 1969\text{ mm}$  (Extreme: 1473 bis 2677 mm)

Die Vegetationsperiode, bestimmt nach *Primault* (1972), beträgt im Mittel 237 Tage (Extreme: 208 bis 264 Tage). 76 % der Niederschläge fallen während der Vegetationsperiode. Die Monate von November bis April sind regenarm, was das Ausbrechen von Waldbränden begünstigt. Kurze Trockenperioden gibt es aber auch während der Vegetationszeit, verschärft durch die hohe Evapotranspiration, die Durchlässigkeit der Böden und die Steilheit des Geländes. Waldbaulich wichtig sind ausserdem die manchmal beträchtlichen Nassschneefälle und wahrscheinlich die oft sehr niedrige Luftfeuchtigkeit im Frühling. Insgesamt ist es aber ein für das Wachstum des Waldes sehr günstiges Klima.

Geologisch befinden sich die Aufforstungen von Copera auf saurem, teilweise mit Moränenmaterial überdecktem Kristallin. Die Böden können nach *Blaser* (1973) als Humuskryptopodsole bezeichnet werden. Es handelt sich um saure, skelettreiche, durchlässige Böden mit einem ausgeprägten Humushorizont.

Die Standorte von Copera lassen sich den natürlichen Pflanzengesellschaften des Rapunzel-Eichenmischwaldes mit Edelkastanie und des Geissbart-Eschenmischwaldes mit Edelkastanie zuordnen (*Ellenberg* und *Klötzli*, 1972). Es sind dies sehr saure bis saure, feuchte bis trockene Standorte.

### **Der Anwuchserfolg der Baumarten**

Von den 71 gepflanzten Baumarten haben sich nur gerade deren vier als nicht anbaufähig erwiesen. Es sind dies die Küstensequoie (*Sequoia sempervirens*), der Eucalyptus (*Eucalyptus* sp.), der Urwelt-Mammutbaum (*Metasequoia glyptostroboides*) und der Tupelobaum (*Nyssa aquatica*). Diese vier Baumarten scheinen auf dem Standort Copera nicht in der Lage zu sein, einen geschlossenen und funktionstüchtigen Bestand zu bilden, was sich generell mit den zu unterschiedlichen Standortsbedingungen von Herkunfts- und Anbauort erklären lässt. Der Urwelt-Mammutbaum zeigt in feuchten Mulden ein interessantes Wachstum, leidet aber unter starkem Hallimaschbefall, der das Absterben der befallenen Bäume zur Folge hat. Anderswo zeigt diese Baumart ein ausserordentlich langsames Wachstum. Bei der Küstensequoie ist ein fast totaler Ausfall beobachtet worden; dieser Baumart fehlt in Copera wohl der für ihr natürliches Vorkommen an der Küste Kaliforniens entscheidende Nebel. Möglich ist, dass dieses enttäuschende Resultat auf falsche Herkunftswahl zurückzuführen ist, obschon diese Art ökologisch doch sehr spezialisiert ist und ein beschränktes Verbreitungsgebiet mit geringer intraspezifischer Variabilität aufweist. Die erprobte Eucalyptus-Art ist uns leider nicht bekannt, da alle Individuen in den allerersten Jahren nach der Pflanzung erfroren sind. Wahrscheinlich handelte es sich aber um *Eucalyptus camaldulensis*. Alles in allem scheinen doch



die ökologischen und ökonomischen Voraussetzungen für eine Eucalyptus-Kultur auf der Alpensüdseite und in der Schweiz nicht gegeben. Auch der Tupe-lobaum ist gänzlich ausgefallen, wahrscheinlich wegen der für diese Art in Copera zu geringen Wasserversorgung.

Alle weiteren Baumarten kann man als auf dem Standort Copera anbaufähig betrachten: man kann, aufgrund der bis heute gemachten Erfahrungen, mit ihnen Bestände mit waldbaulich befriedigender Dichte aufbauen. Es ist dies ein Ergebnis, das erneut die grossen Anbaumöglichkeiten auf diesen Standorten unterstreicht.

Für detaillierte Informationen über das Verhalten jeder der Arten von *Tabelle 1* verweisen wir auf unsere Publikation in italienischer Sprache (Buffi, in Vorbereitung), in der für jede Baumart der Wachstumsgang (Höhe, Durchmesser, Stammform und, falls von Bedeutung, Kronenmasse) und das waldbauliche Verhalten (Mortalität nach der Pflanzung, falls niedrige Überlebensquoten erreicht wurden; Gesundheitszustand) beschrieben werden, wobei die Exoten einleitend kurz vorgestellt werden (Verbreitungsgebiet, standörtliche Ansprüche, verwendete Provenienzen, waldbauliche Eigenschaften). In Anbetracht der ursprünglichen Zielsetzung des Projektes geben wir hier die erreichten Mittelhöhen im Alter 5 (das heisst 5 Jahre nach der Pflanzung) an (*Tabelle 2*). In *Tabelle 2* ebenfalls nicht verzeichnet sind Arten, die mit weniger als zehn Individuen vorhanden waren; es sind dies: *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Cercidiphyllum japonicum*, *Abies concolor*, *Abies magnifica*, *Cupressus arizonica* und *Pinus pinaster*. Von diesen Baumarten könnten für den gegebenen Standort *Ailanthus altissima* und *Cercidiphyllum japonicum* interessant sein; die wenigen vorhandenen Individuen dieser beiden Arten weisen eine hohe Vitalität, gute Schaftformen und ein vielversprechendes Wachstum auf. Vor allem *Ailanthus altissima* verdient, näher geprüft zu werden, vor allem auf trockenen Standorten.

*Abies magnifica* und *Abies concolor* zeigten wie alle anderen Tannenarten ein sehr langsames Jugendwachstum, was ihre Verwendung im Kastanienareal ausserordentlich einschränkt. Sie könnten aber in der montanen Stufe eine waldbauliche Rolle spielen. Bei Baumarten mit mehreren Provenienzen wurde in *Tabelle 2* das Ergebnis jener Provenienz berücksichtigt, die sich gesamthaft als die wertvollste erwiesen hat.

Die Stellung der einheimischen Kastanie in dieser Einteilung kann nur als vorläufiger Hinweis auf ihr Jugendwachstum gewertet werden; entscheidend werden in dieser Hinsicht die Ergebnisse der Auswertungen der auf Resistenz gegen *Endothia* selektionierten Klone nach ertragskundlichen Gesichtspunkten sein.

Wenn wir die Ursprungsgebiete der Baumarten in Betracht ziehen (*Abbildung 1*), fällt auf, dass alle Arten aus Japan ein gutes bis sehr gutes Wachstum gezeigt haben (sie finden sich in den Gruppen 1 bis 3 von *Tabelle 2*), was man mit den klimatisch ähnlichen Bedingungen auf der Insel Hondo und in Copera

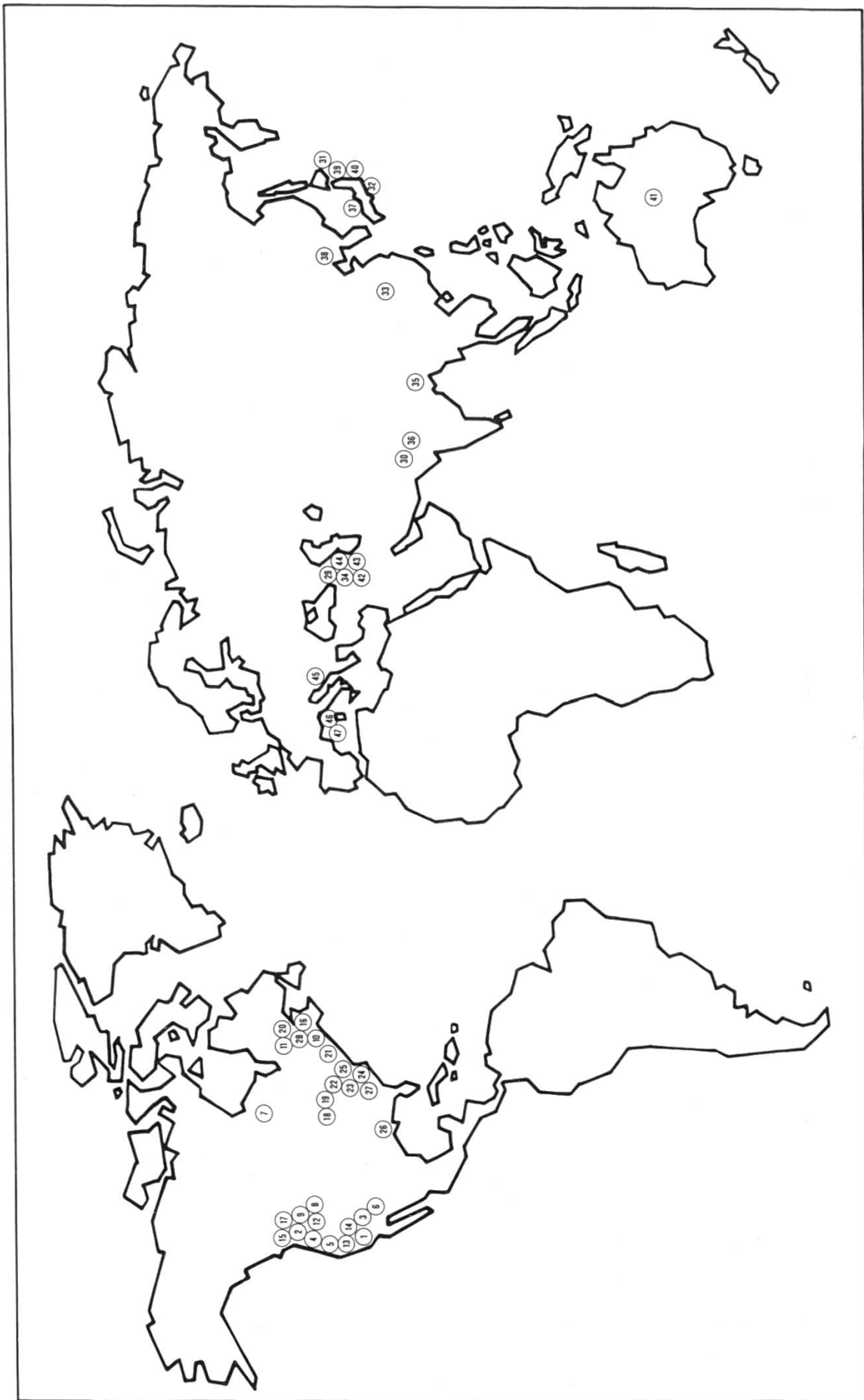


Abbildung 1. Herkunftsregionen der in Copera erprobten fremdländischen Baumarten (die Zahlen beziehen sich auf die in Tabelle 1 nummerierten Baumarten).

Tabelle 2. Einteilung der Baumarten nach den erreichten Höhen (Mittelhöhe fünf Jahre nach der Pflanzung).

- 1 Arten mit sehr schnellem Wachstum ( $h_5 \text{ Jahre} > 4,0 \text{ m}$ )  
*Larix leptolepis*
- 2 Arten mit schnellem Wachstum ( $h_5 \text{ Jahre} > 3,0 \text{ m}; \leq 4,0 \text{ m}$ )  
*Larix decidua*, *Larix x eurolepis*, *Betula alleghaniensis*, *Populus tremula*
- 3 Arten mit mittlerem bis schnellem Wachstum ( $h_5 \text{ Jahre} > 2,0; \leq 3,0 \text{ m}$ )  
*Cryptomeria japonica*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Prunus avium*, *Castanea crenata*, *Liriodendron tulipifera*, *Larix laricina*, *Tsuga canadensis*
- 4 Arten mit langsamem bis mittlerem Wachstum ( $h_5 \text{ Jahre} > 1,0; \leq 2,0 \text{ m}$ )  
*Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*, *Cedrus deodara*, *Pinus silvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus ponderosa*, *Pinus resinosa*, *Pinus strobus*, *Pinus strobus x P. wallichiana*, *Pinus contorta*, *Fagus silvatica*, *Fagus orientalis*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus rubra*, *Acer saccharum*, *Prunus serotina*, *Tilia cordata*, *Castanea sativa*, *Celtis australis*, *Alnus incana*, *Picea spinulosa*, *Liquidambar styraciflua*.
- 5 Arten mit langsamem Wachstum ( $h_5 \text{ Jahre} \leq 1,0 \text{ m}$ )  
*Picea abies*, *Picea orientalis*, *Picea omorica*, *Abies alba*, *Abies grandis*, *Abies procera*, *Abies nordmanniana*, *Pinus wallichiana*, *Sequoiadendron giganteum*, *Fraxinus americana*, *Juglans regia*, *Juglans nigra*, *Juglans cinerea*, *Ulmus glabra*, *Acer negundo*, *Acer ginnala*, *Quercus pubescens*, *Quercus cerris*, *Quercus castaneaefolia*, *Tilia dasystyla*.

erklären kann. Die viel zahlreicheren nordamerikanischen Baumarten weisen eine grössere Streuung (von den Gruppen 2 bis 5 von *Tabelle 2*) auf; die nördlicheren Arten aus frischen und feuchten Klimaten empfehlen sich deutlich besser als die südlicheren aus wärmeren und trockeneren Klimaverhältnissen. Ausser bei *Fagus orientalis* ist das Wachstum der Arten aus dem Mittleren Osten bis heute eher enttäuschend. Wir finden sie in den Gruppen 4 und 5 von *Tabelle 2*. Im allgemeinen ist das Wachstum einer Art um so besser, je grösser das natürliche Verbreitungsgebiet ist. Reliktische Arten, Arten mit einer geringen ökologischen Plastizität, eignen sich auf dem vorliegenden Standort eher schlecht. Es sei noch unterstrichen, dass Pionierbaumarten deutlich in den vorderen Rängen (*Tabelle 2*) zu finden sind, was überhaupt nicht überrascht.

### Die Rolle der Provenienzen und waldbauliche Besonderheiten

*Weisstanne*: Es wurden 19 Provenienzen aus der Schweiz erprobt, zwischen denen im Jungwuchs- und Dickungsstadium weder statistisch gesicherte noch praktisch relevante Wachstumsunterschiede festgestellt werden konnten. Auch bezüglich der Qualitätsmerkmale ist die Weisstanne recht homogen. Eine Einführung von Herkünften aus Gebieten nördlich der Alpen ist daher nicht zu rechtfertigen. Überhaupt scheint die Weisstanne als Ersatz für die Kastanie nicht geeignet, in erster Linie wegen des sehr langsamen Jugendwachstums, das unter Umständen Jungwuchspflegeeingriffe während zweier Jahrzehnte bedingt. Selbst nach zwei Jahrzehnten ist noch keine merkliche Höhenwachstumssteigerung festzustellen.



Auch der Einfluss von verschiedenen Vorbauarten auf das Jugendwachstum der Weisstanne wurde untersucht. Der Vorbau mit Pappel und Birke hemmt das Höhenwachstum der Weisstanne und ist daher nicht zu empfehlen. Es ist möglich, dass der Vorbau unter den gegebenen standörtlichen Bedingungen die Weisstanne in bezug auf das Bodenwasser konkurrenziert.

*Fichte:* Aus der Schweiz und aus Deutschland wurden 18 Provenienzen angepflanzt. Auch hier ist die Varianz sehr gering, sowohl im Höhenwachstum wie auch in den Qualitätsmerkmalen. Die Fichte weist in Copera während des ersten Jahrzehntes nach der Pflanzung ein sehr beschränktes Wachstum auf. Zwischen 10 und 20 Jahren beobachtet man eine merkliche Wachstumssteigerung, die aber eine Verwendung dieser Baumart bei der Wiederherstellung der Kastanienwälder nicht rechtfertigen kann, obwohl die Fichte auf diesen Standorten in den späteren Wachstumsphasen fähig ist, hohe Massenleistungen zu erbringen (Keller, 1979).

*Waldföhre:* Im Versuch Copera wurden sechs Herkünfte aus der Schweiz, zwei Herkünfte aus Skandinavien, eine aus Deutschland und eine aus Polen verwendet. Die zwei skandinavischen Provenienzen weisen die geringsten Wachstumsraten auf, sind aber unter dem Gesichtspunkt der Stammqualität sehr interessant. Alle anderen Herkünfte unterscheiden sich im Wachstum nicht stark; die polnische Herkunft aus Masuren scheint die günstigste Kombination von quantitativen und qualitativen Eigenschaften zu bieten, und vor allem empfiehlt sie sich wegen der schmalen Kronenform, welche die bei der Waldföhre drohende Gefahr der Schneebrüche vermindert. Es wurde der Einfluss von verschiedenen Mischungsarten (Waldföhre einzeln mit Bergahorn, Buche und Winterlinde im Nebenbestand) auf die Qualität der Waldföhre untersucht: in Copera bewirkt der Nebenbestand aus Laubholzarten keine Verbesserung der Stammqualität der Waldföhre, mindestens nicht bis zum Alter 17.

*Douglasie:* Die Herkünfte aus Washington zeigen sich insgesamt denjenigen aus Oregon überlegen (insgesamt 16 Herkünfte und zwei Provenienzen aus Tesiner Beständen). Ihr Höhenwachstum in Copera ist korreliert mit der Wasserversorgung in den Ursprungsorten (Herkünfte aus trockenen Gebieten zeigen eine geringere Leistung als jene aus feuchteren) und noch deutlicher (negativ) mit der Höhe über Meer der Mutterbestände. Die Unterschiede zwischen den Herkünften sind aber erst ungefähr ab Stangenholzalter statistisch gesichert und praktisch relevant.

Die in Copera durchgeführten Provenienzversuche mit Europäischer Lärche und Japanlärche sind nicht Bestandteil der erwähnten Publikation; der Lärche wird eine separate Publikation gewidmet, die in Vorbereitung ist.

Insgesamt geht aus den Versuchen von Copera die Wichtigkeit der Herkunftsfrage hervor, die in manchen Fällen von entscheidender Bedeutung ist. Die intraspezifische Variabilität ist manchmal grösser als jene zwischen den Arten.

## Empfehlungen für die Baumartenwahl

Die Schlussfolgerungen, zu denen wir gelangen, müssen im Rahmen der wirtschaftlichen Funktion des Waldes gesehen werden. Wir suchen nach Baumarten, die wir in der Kastanienzone grosszügig verwenden können, und nicht irgendwelche dendrologischen Kuriositäten. Die Wahl aus den fünf Gruppen von *Tabelle 2* steht dem Praktiker zu, der sie nach den örtlichen, standörtlichen, technischen, wirtschaftlichen und sozialen Gegebenheiten treffen wird. Es ist keine einfache Wahl. In der Laubwaldzone der Alpensüdseite ist namentlich das Ertragsvermögen der einzelnen Baumarten noch nicht abgeklärt; es ist nicht angezeigt, die Baumartenwahl allein auf das allererste Wachstum nach der Pflanzung abzustellen. Nur für die Weisstanne, die Fichte, die Europäische Lärche, die Waldföhre und die Buche haben wir heute diesbezüglich einige Anhaltspunkte (Keller, 1979). Nach heutigen Kenntnissen sollte sich die Baumartenwahl auf die Arten der Gruppen 1 bis 4 von *Tabelle 2* beschränken. Das sehr langsame Wachstum der Baumarten der Gruppe 5 wird wahrscheinlich durch das Wachstum der späteren Phasen nicht mehr «kompensiert» werden können, allzugross sind nämlich die wirtschaftlichen Nachteile eines derart stockenden Jugendwachstums. Beschränken wir uns auf die Gruppen 1 bis 4, so sehen wir, dass die Exoten gegenüber den einheimischen Arten überwiegen. Die Einführung von Exoten — soll deren Anbau kein Abenteuer sein — sollte auf jene Arten beschränkt werden, die möglichst vielen der folgenden Ansprüche genügen:

- Höhere Produktivität als diejenige einheimischer Baumarten
- Interessante Eigenschaften des Holzes
- Gute morphologische Eigenschaften der Stämme
- Geringe Gefährdung durch biotische und abiotische Faktoren
- Hohe Resistenz gegenüber Waldbrand und/oder gute Reaktion nach Waldbrand.

Demzufolge fehlt im Moment das Interesse an einer Einführung der meisten der erprobten Exoten, namentlich von *Betula alleghaniensis*, *Larix x eurolepis*, *Castanea crenata*, *Larix laricina*, *Tsuga canadensis*, *Pinus ponderosa*, *Pinus resinosa*, *Pinus contorta*, *Fagus orientalis*, *Acer saccharum*, *Prunus serotina*, *Picea spinulosa* und *Liquidambar styraciflua*, weil sie nach heutigen Kenntnissen auf den gegebenen Standorten keine deutlich höhere Wertproduktion als die einheimischen Baumarten zu erzielen im Stande sind. *Cryptomeria japonica* ist nicht zu empfehlen wegen der in Copera und anderswo auf der Alpensüdseite beobachteten Schneebrüche. *Cedrus deodara* wurde allzu stark von Hallimasch befallen, als dass man diese Baumart empfehlen könnte.

Es bleiben demzufolge folgende für das Kastanienareal interessanten exotischen Baumarten: *Larix leptolepis*, *Liriodendron tulipifera*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*, *Pinus nigra*, *Pinus strobus* und *Quercus rubra*.

Unter den Halbschatten- und Schattenbaumarten sind die Vorzüge der Douglasie derart gross, dass ein flächenmässig bedeutender Anbau von *Tsuga heterophylla* und *Thuja plicata* sich nicht aufdrängen wird, um so mehr, als sie nicht in der Masse erprobt sind wie die Douglasie. Das Holz von *Tsuga heterophylla* gilt zudem gegenüber dem Douglasienholz als minderwertig. Gerade wegen der ausserordentlichen Holzeigenschaften kann sich aber ein Anbau der *Thuja plicata* rechtfertigen.

Insgesamt können nach den Erfahrungen aus dem Versuch Copera folgende Baumarten für das Kastanienareal empfohlen werden (jeweils geordnet nach abnehmender Priorität):

#### *Laubhölzer*

- *Acer pseudoplatanus*
- *Quercus rubra*
- *Prunus avium*, *Quercus petraea*, *Quercus robur* und *Tilia cordata*
- *Liriodendron tulipifera*

#### *Nadelhölzer*

- *Larix decidua*, *Larix leptolepis* und *Pseudotsuga menziesii*
- *Pinus strobus* und *Pinus nigra*
- *Pinus sylvestris*

Für den Vorbau kann die Aspe (*Populus tremula*) in Betracht gezogen werden.

### **Die standörtliche Interpretation**

Die Ergebnisse aus dem Versuch Copera sind auf der Alpensüdseite als repräsentativ anzusehen für nordexponierte Hänge auf saurem Muttergestein unterhalb 1000 m ü.M. Für die wirtschaftlich interessanten Baumarten sollte in Zukunft die Beziehung zwischen Standortsfaktoren und Wachstum besser erfasst werden, um jene Standorte zu definieren, die sich für den Anbau der einzelnen Arten wirklich empfehlen. Eine solche Untersuchung ist zurzeit für die Europäische Lärche und die Japanlärche im Gange; sie wird zusammen mit den in Copera durchgeführten Provenienzuntersuchungen beider Arten publiziert.

Das Projekt Copera zielt auf einen Vergleich verschiedener Baumarten auf einem Grossstandort; an sich erlaubt es daher keine Aussagen über die Variation des Wachstums in Abhängigkeit vom Standort. Trotzdem versuchen wir hier aufgrund persönlicher Beobachtungen, die empfohlene Baumartenwahl standörtlich zu differenzieren (*Abbildung 2*). Der Bergahorn, die Winterlinde, die Roteiche und die Waldföhre sind auf mittleren und guten Standorten zu verwenden; dann sind befriedigende morphologische Eigenschaften und ein gutes Höhenjugendwachstum zu erreichen (mindestens 2,0 m Mittelhöhe fünf Jahre

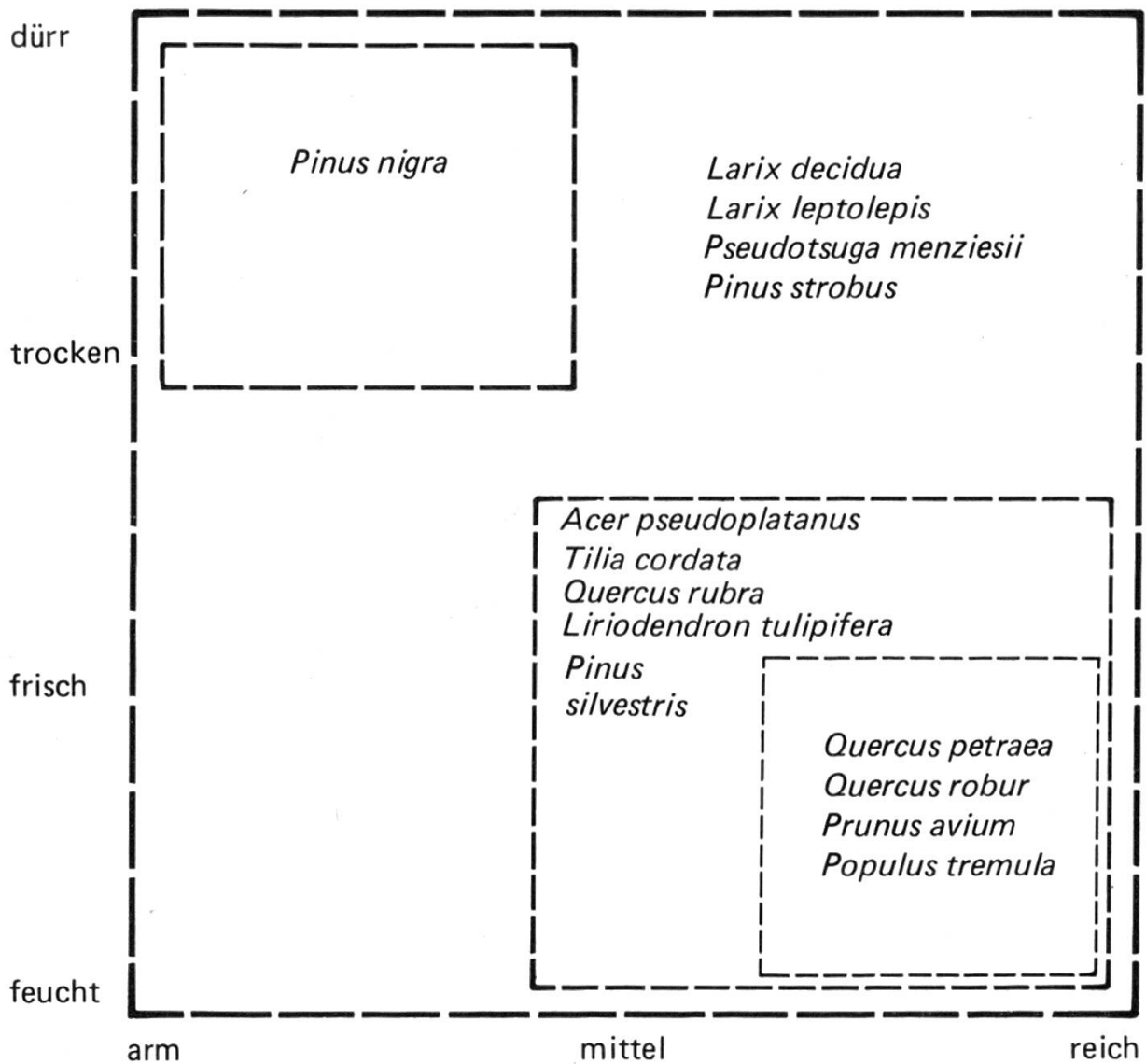


Abbildung 2. Kastanienareal der Alpensüdseite: ökologische Bereiche, innerhalb deren die aus den Versuchsaufforstungen von Copera forstlich interessanten Baumarten kultiviert werden sollten.

nach der Pflanzung). Die Situierung des Tulpenbaumes ist unsicher; womöglich wird er zusammen mit dem Kirschbaum, der Aspe und den einheimischen Eichenarten auf die allerbesten Standorte zu beschränken sein. Die beiden Lärchenarten, die Douglasie und die Strobe scheinen im gesamten ökologischen Spektrum mit guten Ergebnissen angebaut werden zu können, während die Schwarzföhre aus Korsika noch Hervorragendes auf einem schlecht wasserversorgten Hang gezeigt hat; Erfahrungen auf besseren Bonitäten fehlen. Zu beachten ist, dass die Schwarzföhre im Gegensatz zur Waldföhre in Copera keine Schneeschäden erlitten hat.

## Schlussbemerkungen

Die Befürchtungen über das Schicksal der Kastanie haben sich nicht bewahrheitet. Zwar sterben einzelne Bäume immer wieder ab, ein flächenmässiges Absterben des Kastanienwaldes wegen *Endothia* scheint zurzeit und in Zukunft aber ausgeschlossen. Der wirtschaftliche Niedergang der Niederwälder und der Kastanie ist aber weitergegangen; er darf nicht übersehen werden und kann mindestens zum Teil durch Umwandlungs- und Überführungstätigkeit aufgehalten werden. Die Ergebnisse aus dem Versuch Copera sind in diesen Rahmen zu stellen, wenn man mittel- und langfristig die Bedeutung und damit die Erhaltung der Wälder des südalpinen Kastanienareals wieder erreichen oder sichern will. Sie sind Basis einer relativ kurzfristigen Erhöhung der Wertproduktion. Dabei kann man die fremdländischen Baumarten nicht ausschliessen, die standortgerecht und auf einer genügend grossen Fläche eingeführt werden sollten, damit sich ein entsprechender Markt bilden kann. Die Verwendung von Exoten rechtfertigt sich auch durch ihre Fähigkeit, auf den gegebenen Standorten eigentliche Wälder, nicht nur Baumplantagen zu bilden. Nicht nur die einheimischen Arten sind in der Lage, stabile und nachhaltige Ökosysteme zu bilden. Von grosser Bedeutung sind in dieser Hinsicht die Möglichkeiten der natürlichen Verjüngung, welche die genannten fremdländischen Baumarten auf diesen Standorten bieten, wenn auch ihre praktische Durchführung noch einige Schwierigkeiten macht (was aber auch bei den einheimischen Arten der Fall ist). Notwendig sind richtige Provenienzwahl und Verwendung der Exoten auf den ihnen zusagenden Standorten. Bezüglich Betriebsrisiko ist die Einführung von Exoten weniger problematisch als die Verwendung falscher Provenienzen einheimischer Baumarten. Auch das Projekt Copera lässt verschiedene Fragen offen: notwendig ist eine vertiefte Untersuchung der Beziehungen zwischen Standort und Wachstum, damit die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Versuch Copera auf andere Standorte abgeklärt werden kann. Ferner bestehen noch Herkunftsprobleme, insbesondere bei Kirschbaum, Bergahorn, Schwarzföhre, Roteiche, Stiel- und Traubeneiche. Gewiss sind auch die Exoten längerfristig zu beobachten; ihr Verhalten im höheren Alter könnte die jetzt gemachten Schlussfolgerungen in Frage stellen. Bisher wenig beachtete Baumarten könnten in den Mittelpunkt des Interesses rücken, vor allem Laubholzarten und solche, die auch auf ungünstigen Standorten noch wirtschaftlich interessant sein können. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Kastanie; hier werden die ertragskundlichen Ergebnisse der Selektionsarbeiten aufschlussreich sein. Von den in Copera nicht vertretenen und in der Laubwaldregion der Alpensüdseite zu erprobenden Baumarten seien die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und die chinesische Kastanie (*Castanea mollissima*) erwähnt. Nicht zuletzt sei auf die Notwendigkeit hingewiesen, den Einfluss der Bestandesstruktur auf das Wachstum genauer zu untersuchen, damit wir zu einem waldbaulichen Vorgehen

gelangen, das mit weniger Aufwand eine befriedigende Wertproduktion ermöglicht.

Schliesslich seien einige Fragen aufgezählt, die sich bei der Umwandlung der Niederwälder der Kastanienzone in folgenden Problembereichen stellen:

Landschaft: Wie lassen sich neu eingeführte Baumarten sinnvoll in das Landschaftsbild auf der Alpensüdseite integrieren?

Streuabbau: Wie wirkt sich die Streu dieser Baumarten auf die Eigenschaften der Böden aus?

Phytosanität: Welche dieser Baumarten, einheimische und fremdländische, sind — auch längerfristig — gefährdet?

Holztechnologie: Welche Holzeigenschaften weisen die zu verwendenden Baumarten auf den Tessiner Standorten auf, und wie lassen sie sich am besten verwenden?



## Résumé

### La croissance juvénile de diverses essences dans le projet d'afforestation de Copera Un apport au choix des essences dans l'aire du châtaignier sur le versant sud des Alpes

La recherche effectuée pour la reconstitution des forêts atteintes par le chancre de l'écorce du châtaignier a été poursuivie sur la base de deux procédés: la sélection de châtaigniers plus résistants et la mise à l'essai de diverses essences en tant que remplacement des châtaigniers malades. Cette dernière tentative est concrétisée par le projet Copera qui débuta en 1956. Un terrain, d'une surface de 29 ha, a été successivement reboisé de différentes essences (*tableau 1*). Cette station, à roche-mère acide, est typique aux versants exposés au nord de l'Insubrie.

Le présent article résume les résultats de cet essai de reboisement de Copera; ils sont publiés en langue italienne dans les «mémoires» de l'IFRF. A Copera, il s'agissait de choisir les essences appropriées à la reconstitution des forêts. Parmi toutes les essences plantées, seules quatre d'entre elles se sont révélées inaptes à la culture. Ce sont le *Sequoia sempervirens*, le *Metasequoia glyptostroboides*, le *Nyssa aquatica* et l'*Eucalyptus sp.* Toutes les autres essences ont un comportement sylvicole permettant d'obtenir un peuplement d'une densité satisfaisante.

La concurrence des herbes et buissons dans les zones de châtaigniers joue un rôle déterminant dans l'afforestation. C'est pourquoi, une attention particulière a été portée à l'accroissement en hauteur observé durant les premières années qui suivent la plantation. Le *tableau 2* illustre la classification des essences aptes à la culture, selon la hauteur moyenne atteinte cinq ans après la plantation. (Les essences représentées par un nombre restreint d'individus n'ont pas été prises en considération.) Toutes les essences japonaises ont obtenu de bons résultats. Pour les espèces nord-américaines, celles provenant des régions du nord, d'un climat frais et humide, sont nettement mieux cotées que celles situées au sud, dont le climat est chaud et sec. Les essences importées du Moyen-Orient ne jouissent pas de la croissance que l'on pourrait espérer. Comme il fallait s'y attendre, l'essence pionnière se trouve placée dans les premiers rangs du *tableau 2*.

Afin de tenir compte de la variabilité intraspécifique de certaines essences, tels épicéa, sapin blanc, pin sylvestre, mélèzes européen et japonais et douglas, des essais de provenance ont été faits. Le résultat de ces études est brièvement exposé dans cet article. Seules, les deux espèces de mélèze n'y figurent pas; elles seront présentées lors d'une prochaine publication. Il résulte de ces essais que la provenance des espèces est de grande importance ici; elle y joue, dans certains cas, un rôle décisif. En effet, la variabilité intraspécifique est parfois plus grande que celle existant entre les espèces.

Après avoir examiné leurs aptitudes écologiques et économiques, nous pouvons vous recommander, selon l'expérience faite à Copera, les essences suivantes:

Pour les feuillus:

*Acer pseudoplatanus*, *Quercus rubra*, *Prunus avium*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Liriodendron tulipifera*.

Pour les conifères:

*Larix decidua*, *Larix leptolepis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus strobus*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*.

Dans le peuplement préliminaire, le peuplier tremble (*Populus tremula*) peut être considéré comme valable.

Ces résultats permettront d'améliorer la production de bois d'œuvre dans l'aire du châtaignier après le déclin économique qu'ont subi les châtaigniers et les taillis en général. L'aspect de la sauvegarde biologique du châtaignier semble n'avoir pratiquement plus d'importance aujourd'hui puisque l'épidémie *Endothia* a heureusement pris un autre cours que celui supposé.

Les essences indigènes ne sont pas les seules à former un écosystème de stabilité durable. Les essences exotiques ne doivent pas être oubliées. Situées dans des stations adéquates, elles ne constituent pas des cultures d'arbres uniformes mais deviennent bien de véritables écosystèmes forestiers.

Il s'avère qu'à l'avenir, une étude approfondie des relations entre la station et la croissance des peuplements est nécessaire. En outre, les facteurs de provenance, principalement pour les feuillus, devront être examinés. Quant aux essences exotiques, elles méritent d'être suivies. Une attention particulière devra être portée aux facteurs de l'influence des structures du peuplement sur la croissance.

Traduction: Monique Dousse

#### Literatur

- Bazzigher, G., 1981: Selektion *Endothia*-resistenter Kastanien in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 132, 6: 453—466.
- Blaser, P., 1973: Die Bodenbildung auf Silikatgestein im südlichen Tessin. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 49, 3: 253—340.
- Buffi, R.: Le specie forestali per la zona castanile insubrica. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Mitt. (in Vorbereitung).
- Ellenberg, H., und Klötzli, F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 48, 4: 587—930.
- Keller, W., 1979: Una chiave di feracità auxometrica semplice per i soprassuoli forestali delle regioni al sud delle Alpi. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 55, 2: 179—232.
- Kurth, A., 1968: Waldwiederherstellung in der Kastanienzone der Alpensüdseite der Schweiz. Ein Beispiel angewandter forstlicher Forschung und Planung. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 113, 1: 1—27.
- Primault, B., 1972: Etude méso-climatique du Canton de Vaud. Cahiers de l'Aménagement régional 14. 186 p.
- Schütz, J.-Ph., 1977: Enseignements et expériences sur la reconstitution des châtaigneraies en vingt ans de projet de reboisement expérimental à Copera (Tessin). Journal forestier suisse, 128, 6: 398—410.