

**Untersuchung der Höhenentwicklung zwischen den Klon-  
und Sämlingsherkünften der Fichte über 21 Jahre  
Ein Beitrag zur Frage der Prüfdauer**

**Juha Rautanen**

---

**Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 559  
Mitteilungen der Finnischen Forstlichen Forschungsanstalt 559**

Finland  
2000





**Untersuchung der Höhenentwicklung zwischen den Klon-  
und Sämlingsherkünften der Fichte über 21 Jahre  
Ein Beitrag zur Frage der Prüfdauer**

**Juha Rautanen**

**DISSERTATION**

Vorgelegt, mit der Genehmigung der Land- und Forstwirtschaftlichen Fakultät der Universität in  
Helsinki, für die öffentliche Kritik im Auditorium XII, das Hauptgebäude der Universität,  
Unioninkatu 34, Helsinki, den 6.6.1995 um 12 Uhr.

---

**Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 559**  
**Mitteilungen der Finnischen Forstlichen Forschungsanstalt 559**

**Helsinki 1995**

Metsäntutkimuslaitos  
**METSÄNTUTKIMUSLAITOS**  
Kujasto

ISBN 951-40-1436-7  
ISSN 0358-4283

Helsinki 1995  
Painatuskeskus Oy



# Vorwort

Mit dieser Arbeit wird, nach einer langen Beobachtungszeit, über das Gedeihen des grossen Fichtenklonprovenienzmaterials berichtet, was mit einer intensiven Zusammenarbeit von der Stiftung für Forstpflanzenzüchtung (Metsänjalostussäätiö) und von Enso Gutzeit Oy vor mehr als 20 Jahren begründet wurde. Für die reibungslose Zusammenarbeit möchte ich beide Institutionen zusammen danken, und ein besonderer Dank bei Enso Gutzeit Oy gilt an Oberforstmeister T. Turunen, der mit einem Eifer und aufbauendem Kritik die Forschung folgte.

Dem Waldbau-Institut der Universität Freiburg, und vor allem seinem damaligen Leiter, Herrn Professor Dr. Dr. h.c. H. Schmidt-Vogt bin ich sehr dankbar für die Jahre der wissenschaftlichen Erziehung als Mitarbeiter im Institut, und für die wertvollen wissenschaftlichen Ratschläge während der ersten Jahre dieses Versuches in Finnland.

Waldbau-Institut der Universität Helsinki und Professor P. Yli-Vakkuri haben während der ersten Jahre des Versuches eine zügige Koordinationsarbeit zwischen den Universitäten von Helsinki und Freiburg verwirklicht.

Der Finnischen Forstlichen Forschungsanstalt, die diesen Versuch schon seit über 20 Jahren in ihrem Forschungsprogramm gehabt hat, bin ich sehr dankbar, wie auch für die Jahre dort als Forscher bei den Forstgenetikern, die mit ihren Ratschlägen so oft mir geholfen haben. Einen besonderen Dank an Forstmeister M. Haapanen für die Hilfe an den Rechenarbeiten des umfangreichen Materials.

Als Inspektoren der Fakultät für diese Dissertation waren Professor P. M. A. Tigerstedt und Dozent P. Kauppi. Ich bin sehr dankbar über ihre konstruktiven und lehrreichen Anweisungen.

An Professor Veikko Koski, der meine Arbeit mit einer wissenschaftlichen Nüchternheit und mit dem menschlichen Humor geleitet und arbeitstechnisch organisiert hat, gilt mein aufrichtiger und warmer Dank.

Der Landwirtschaftlich - Forstlichen Fakultät der Universität von Helsinki will ich meinen besten Dank aussprechen, für die Möglichkeit diese Dissertation durchführen zu bekommen.

Meiner Frau und meinen Kindern bin ich sehr dankbar, dass sie alle diese Jahre meine Arbeit mit den Fichtenstecklingen, trotz des langen Heimwegs, warm und mit Geduld unterstützt haben.

# Inhaltsverzeichnis

- 1 EINLEITUNG MIT FRAGESTELLUNG
- 2 MATERIAL UND METHODEN
  - 2.1 Material
    - 2.1.1 Beschreibung der Herkünfte
  - 2.2 Methoden
    - 2.2.1 Versuchsplanung  
*Baumschule in Haapastensyrjä*  
*Versuchsfläche in Imatra*
    - 2.2.2 Gewinnung der Daten 1972 - 1993  
*Baumhöhe*  
Alle Herkünfte zusammen  
Herkunftsgruppen  
Korrelationsberechnungen  
*Phänologie*  
Knospenaustrieb  
Wachstumsabschluss  
Spätfrostschaden
- 3 ERGEBNISSE
  - 3.1 Entwicklung der Baumhöhe
    - 3.1.1 Alle Herkünfte zusammen
    - 3.1.2 Herkunftsgruppen  
*Baumschule*  
*Versuchsfeld*
  - 3.2 Korrelationsberechnungen
    - 3.2.1 Korrelation 1972-1993
    - 3.2.2 Korrelation 1972-1993
    - 3.2.3 Rankkorrelation 1972-1993
  - 3.3 Phänologie
    - 3.3.1 Knospenaustrieb 1973 und 1975
    - 3.3.2 Wachstumsabschluss 1973
    - 3.3.3 Spätfrostbeschädigung 1975
- 4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE
- 5 ZUSAMMENFASSUNG
- 6 LITERATURVERZEICHNIS
- 7 ANHANG



# 1 Die Einleitung mit Fragestellung

Die Stecklingsvermehrung der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) ist durch Zufall schon lange in Europa bekannt. Eines der ersten Berichte in der Literatur der Forstwirtschaft über das zufällige Bewurzeln von Fichtenzweigen kommt schon von Pfifferling (1830). Bei anderen Coniferen, wie bei der Sichelanne (*Cryptomeria japonica* D. Don) und der Scheinzypresse (*Chamaecyparis obtusa* (S. & Z.) Endl., ist das Vermehren durch Verklonen (Kleinschmit J. 1973) schon mehrere Jahrhunderte in Japan bekannt. Etwa hundert Jahre nach Pfifferlings Beschreibung der Fichtenbewurzelung wurde die vegetative Vermehrung der Nadelbäume neben den Laubbäumen wieder erwähnt (Chadvik 1933).

Für Forstwirtschaft und forstliche Züchtungsarbeit war es interessant geworden, die besten Individuen der Fichtenzüchtung über Klone zu vermehren. Die Selektion der gewünschten Genotypen und der anschliessenden Massenproduktion durch vegetative Vermehrung machte eine hochgradige und wirtschaftliche Selektion ohne die lästige Spaltung möglich (Acterberg 1959, Fröhlich 1959, Campbell 1974). Die technische Entwicklung der Massenproduktion von Fichtenstecklingen war nicht einfach (Kleinschmit R, 1958, 1961, 1964, Fröhlich, 1957, 1959, 1961). Zur Praxisreife wurde sie intensiv in Deutschland in Escherode durch Kleinschmit J. (1972, 1973, 1974) am Anfang der siebziger Jahre entwickelt. Norwegen, Finnland und Schweden folgten bald danach, aber mit kleineren Produktionsmengen. Heute gibt es für einige in Mitteleuropa gebräuchlichen Coniferen wie u.a. der Fichte und der Douglasie, praxisreife Methoden der vegetativen Vermehrung. Jetzt hatte man ein Werkzeug, womit man die Ergebnisse der Provenienzforschung schnell und effektiv in der forstlichen Praxis anwenden konnte. Die Unsicherheit der Frühteste und die physiologische Klonalterung bereiteten ernste Schwierigkeiten für die Stecklingsproduktion der Fichte.

Die grossen Erwartungen auf Erfolge mit Gewebekulturen der Fichte hat das Interesse an der Stecklingsvermehrung vermindert. Auch die technische Entwicklung der Stecklingsvermehrungsmethoden hat darunter gelitten.

Die vermuteten Risiken der monoklonalen Fichtenbestände haben in vielen Ländern zu Vorbehalten gegenüber der Fichtenklonproduktion geführt. Das jahrelange Überlegen der Gesetzgeber die Regelungen für Klonkulturen festzulegen, hat sich negativ auf die Forschung ausgewirkt. Heute regelt die Gesetzgebung die Verwendung von Klonen der Nadelbäume in den meisten Ländern mit intensiver Forstwirtschaft, was für die Züchtung sehr wichtig ist.

Eine frühe Aussage über Eigenschaften, vor allem über das Wachstum und über die Qualität, eines Baumes hat Waldbaumzüchter immer gereizt. Bei einem Frühtest für Forstpflanzen ist es erwünscht so früh wie möglich und so sicher, wie möglich Schlüsse über die gewünschten Eigenschaften zu ziehen. Eine Auswahl im Baumschulbeet, die einen Erfolg im Bestand verspricht, bringt nicht nur einen wissenschaftlichen Fortschritt, sondern kann eine grosse wirtschaftliche Bedeutung haben. Ein Ausgangspunkt der Züchtung und der Selektion ist die Intrapopulations-Variation. Sie ermöglicht innerhalb einer Population eine bestimmte Eigenschaft genauer zu untersuchen und zu bearbeiten.

Die Vorstellung Züchtungsergebnisse effektiv auszunutzen hat zu einer intensiven Klonforschung bei Coniferen geführt. Keine der *in vitro* Experimenten mit den für Nordeuropa interessanten Nadelbäumen haben bisher zu praxisreifen Methoden geführt.

Die einzige *in vivo* brauchbare vegetative Vermehrungsmethode bei den nordischen Nadelbaumarten ist die Stecklingsvermehrung der Fichte.

Die Züchtungsergebnisse der generativen Vermehrung der Fichte möglichst schnell über Klone zu vermehren hat u.a. wirtschaftliche Gründe. Wichtig ist auch der Zeitmangel wegen der Klonalterung, welches das Bewurzelungsvermögen der ausgewählten Klone nach ca. 10 Jahren schnell herabsetzt. Die Klonalterung kann vermieden werden, wenn man die für die Vermehrung verschulten Ramets durch Neuabstecken vor Klonalterung bewahrt. Doch das ist teuer und bringt auch Probleme, wie u.a. Plagiotropie bei einigen Klonen. Die Heckenbewirtschaftung der Klone bietet v.a. in den Vermehrungsgärten der Fichtenklone die einzige effektive Möglichkeit die Klonalterung zu verzögern (Bentzer 1993). In diesen zwei Veröffentlichungen (Ahuja, Libby 1993) werden neben Benzer an mehreren Artikeln u.a. die Klonalterung und deren Verschiebung durch Heckenbewirtschaftung auch bei anderen Arten als bei der Fichte behandelt.

Die Forststatistik Finnlands (Metsätalustollinen... 1994) und Informationen aus der forstlichen Praxis u.a. Tagungsberichte wie (Karlsson 1994) deuten daraufhin, dass in Zukunft der Anteil der Fichte bei den Aufforstungen weiter zunehmen wird. Seit 1980 ist in Finnland die gesamte Aufforstungsfläche der Fichte mehr als verdoppelt worden, und bei der Kiefer auf die Hälfte geschrumpft. Das wird grössere Forderungen an die Baumschulen und die Organisationen, die zuständig für hochwertiges Vermehrungsgut sind, stellen. Sie sehen einen Mangel an züchterisch verbessertem Vermehrungsgut der Fichte in Finnland vor ihren Augen.

Die Fichte ist neben der Kiefer die zweitwichtigste Hauptbaumart in Finnland. An dem Bestockungsvolumen nimmt sie 37,6 % ein. Etwa die Hälfte der Verjüngung der Fichte geschieht durch Pflanzungen, weil die für Fichte geeigneten Böden oft auch von Unkraut geplagt sind. Dadurch sind diese Böden nicht für die natürliche Verjüngung geeignet. Die andere Hälfte verjüngt sich natürlich durch waldbauliche Förderung auf geeigneten Standorten von selbst.

Einer der Hauptgründe für das steigende Interesse an der Verwendung der Fichtenstecklinge ist die spärliche und zufällige Saatgutproduktion der Fichtensamenplantagen und der ausgewählten Saatgutbeständen. Als die Kiefersamenplantagen der siebziger und achtziger Jahren gute Samenernten in Finnland und in den skandinavischen Ländern zeigten, hat man Samenplantagen auch mit der Fichte angelegt.

Die grosse jährliche Variation in der Blüte und in der Zapfenproduktion der Fichte sind schon lange bekannt (von Carlowitz 1713 und Blomquist 1876). Wegen rein forstlicher Gründe begann die Forschung über das Blühverhalten der Fichtenblüte in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts (Heikinheimo 1932). Grundlegende Messungen der Intensität der Blüte und deren Auswirkungen auf die Samenproduktion gibt es in Finnland erst seit der siebziger Jahren (Sarvas 1968, Koski 1970, Koski & Tallqvist 1978). Die genetische Qualität des Saatgutes ist weitgehend von der Intensität der Blüte abhängig, und somit sollte man das Beernten der Fichte nur auf gute Samenjahre begrenzen (Sarvas 1968). Die starke jährliche Variation der Fichtenzapfenproduktion im Wald führte zu einer schnellen Begründung der Samenplantagen in den siebziger und achtziger Jahren obwohl man sehr wenig Erfahrung und Forschungsergebnisse über die Mechanismen der Blüte und den Pollenflug hatte. Es zeigte sich sehr schnell, dass die Fichtensamenplantagen viele Jahre benötigten, um Zapfen zu tragen. Auch dann waren die Ernten klein und stark variierend innerhalb der Plantagen und zwischen den Jahren. Die interne Bestäubung der Samenplantage war schwer zu kontrollieren, und zum grossen Teil doch aus der Umgebung (Sarvas 1970), was die Samenqualität verringerte. Schon der Zeitverlust ist bei den Samenplantagen, von 15 bis 20 Jahren, auch in Finnland zu sehen.



Die hohen Investierungs- und Pflegekosten hätten ohne Subventionen die Saatgutpreise so hoch gebracht, dass die Baumschulen weiterhin alte Erntemethoden aus den Saatbeständen und sogar aus unkontrollierten Ernten bevorzugt hätten. Ein Kosten - Nutzen - Vergleich zwischen den Fichtensamenplantagen und der Fichtenstecklingsproduktion bevorzugt die Anwendung der Stecklinge auf eine Rotationszeit gerechnet. Sie gibt eine Überlegenheit für die Anwendung der Stecklinge in der Produktion und in der Zeitersparnis (Kleinschmit 1974). Das Testen der Klone, und die Zusammensetzung der Klonmischung benötigt dann eine grosse Beachtung. Die grossen Versuche in Deutschland mit mehreren Wuchsorten und mit fast 3000 Fichtenklonen haben gezeigt, dass mit einem intensiven Testen nach 17 Jahren der realisierbare Gewinn für die Höhe 9 % und für Durchmesser 24 % sein könnte (Kleinschmit und Svolba 1991). Dieser Arbeit nach gebe die Auslese schon im Alter von 4 Jahren etwa 60 % des Selektionsergebnisses, was man nach 17 Jahren erreicht hat. Bis Gruppengrößen von 30 bis 50 Klone, wird der Frühtest immer sicherer.

Der Abbau des Agrarkapazitäts bietet grosse Flächen von Ackerland für die Aufforstung. Nach dem Finnland die Europäische Union beigetreten hat, dürfte dieser Trend sich noch verstärken. Schon in diesem Jahrzehnt ist durch die Neustrukturierung der Landwirtschaft die durchschnittliche jährliche Aufforstungsfläche des Ackerbodens von etwa 3000 ha im vorigen Jahrzehnt auf fast 18000 ha gestiegen (Metsätälästöllinen... 1994). Weil die Ackerfelder nicht mit der natürlichen Verjüngung aufzuforsten sind, muss man sie auspflanzen. Für die Aufforstung kommen die schlechtesten Böden zuerst. Es gibt viele Beispiele von misslungenen Aufforstungen der Äcker, weil Unkraut, Nager, falsche Baumart, Wild, Frost oder alle diese zusammen zu einer Katastrophe geführt haben. Die Laubbäume und vor allem die Kiefer haben viele von diesen Feinden. Die Kiefer hat dazu noch die Qualitätsprobleme der Astigkeit auf den zu guten Bonitäten. Die Fichte ist auch nicht ohne Probleme bei den Ackeraufforstungen, aber sie bietet eine vielverwendete Alternative. Die schlechtesten schutzlosen und ebenen Felder bringen oft ein Problem, wovon vor allem die Fichte leidet. Es ist der häufige bodennahe Spätfrost, was die Fichtenkulturen oft in die jahrelange Kämpfe zwischen der Unkrautzone und der Inversionsschicht des bodennahen Frostes zwingt.

Hier bietet die Stecklingsproduktion der Fichte viele Möglichkeiten, die wegen der relativ hohen Produktionskosten, und der Hoffnungen auf Massenproduktion aus Gewebekulturen, niemals eine grosse Interesse in Finnland erweckte.

Die phänologische Selektion, was bei den Herkunftsverschiebungen in Süd-Nord-Richtung ein elementarer Bestandteil der Fichtenklonwirtschaft ist, kann neben des sonstigen Testens der Klone in der Baumschule oder im Testgarten gemacht werden. Diese Art der Selektion als einer der Entscheidungshilfen in der Züchtung ist wichtig vor allem nach den Provenienz- und Provenienzkreuzungstesten, um die bestwüchsigsten aber klimatisch resistenteren hervorzuholen. Ein phänologischer Frühtest auf spätreibende Fichten ist verlockend, weil dieser Test mit Stecklingsklonen einen schnellen Erfolg verspricht. Es ist allgemein bekannt, u.a. Karlsson (1993), dass die spätreibenden Fichten diese Eigenschaft auch behalten und somit ist diese Auswahlmethode, kombiniert mit den eigentlichen Produktionsfaktoren: Qualität, Höhen- und Volumenzuwachs, genau zu untersuchen.

Diese Arbeit behandelt hauptsächlich die Höhenentwicklung verschiedener Fichtenherkünfte, aber an einem Jahr (1973) in der Baumschule wurden auch der Knospenaustrieb und der Wachstumsabschluss der Klone beobachtet. Im Versuchsfeld wurde 1975 die Aufnahme des Knospenaustriebes wiederholt und auch die Spätfrostschäden des ungewöhnlich starken und späten Frostes 1975.

Der Begriff Provenienz oder Herkunft wird in dieser Arbeit als gleich bedeutend verwendet wie es in den deutschen forstlichen Veröffentlichungen und Büchern üblich ist (Krüssmann G 1978, Schmidt-Vogt 1977, 1991), obwohl die Richtlinien der EWG und die Definitionen der OECD, die z.Zt. neubearbeitet werden sollen, den Herkunft als einen autochtonen Bestand des Vermehrungsgutes und die Provenienz als Waldbestand des autochtonen oder sonstigen Vermehrungsgutes definieren. Zobel und Talbert (1984) aus den USA schreiben wiederum ausdrücklich, dass Provenienz sich auf das ursprüngliche geographische Gebiet des Vermehrungsgutes bezieht, was in Europa aus geschichtlichen Gründen des Saatgut Handels oft schwer zu definieren ist. Der amerikanischen Definition der Provenienz entspricht bei der OECD die englische Bezeichnung *seed source*, und noch die *origin of provenance*, dessen Arealgrösse in den Diskussionen von einem Forstbestand bis ganz Sibirien sein soll (mündl. Koski 1995.)

Weil die Fichtenzüchtung und die Saatgutversorgung in der finnischen Forstwirtschaft grosse Probleme mit den unregelmässig und wenig blühenden Samenplantagen haben, sind die Forstbaumschulen weitgehend auf Plusbäume und vor allem auf ausgewählte Saatgutbestände, und sogar auf unkontrollierte Massenernten angewiesen. Auch die verstärkte Anwendung südlicher Provenienzen durch den Saatgut bringt keine schnelle Lösung. Zum Beispiel aus Estland kann nur für das südlichste Finnland Saatgut genommen werden, aber das ist auch mit Risiken der ungetesteten Herkünfte und mit Handelspolitischen Problemen behaftet. Das übrige Finnland ist auf das Material, was heute im Land zu Verfügung steht, angewiesen. Die Stecklingsvermehrung bietet in dieser Situation eine gute Alternative mit phänologisch selektiertem Material für Problemstandorte, wie die Aufforstungen der Ackerböden, und für die normale Forstwirtschaft in ihrer Nachfrage nach gezielt auf Wüchsigkeit und Qualität ausgewählten und genetisch besseren Fichtenpflanzen. Die Stecklingspflanzen scheinen auch schnellerwüchsig als die Sämlinge während den ersten Jahren zu sein u.a. (Roulund et. al. 1985). Auch das einfache Selektieren der spätreibenden Klommischungen für frostgefährdete Standorte ist schon im kleinen Masse im praktischen Gebrauch (Napola 1993). Resultate von dieser Art sind sehr interessant, weil das schnelle Durchwachsen der Unkraut- und der Bodenfrostschicht bedeutende Ersparnisse verspricht, was wiederum die höheren Produktionskosten der Stecklinge ausgleichen kann.

Die Gesetzgebung in vielen Staaten in Europa und auch in Amerika hat der Entwicklung im Bereich der vegetativen Vermehrung noch nicht gefolgt. Die Entwicklung auf der Zellkulturniveau ist weiterhin schnell, und der Gesetzgeber ist damit voll beschäftigt. Die Pappeln haben ihre Klonregelungen schon lange, und jetzt sieht es so aus, als ob die gesetzlichen Regeln für die Stecklingsvermehrung der Coniferen in Zentraleuropa langsam fertig werden. Doch die bisher schleppende Behandlung der forstlichen Klonesetzgebung hat auch Folgen bei den Züchtern in Resignation und sogar in Produktionsstillegungen gehabt. Zum Beispiel in Schweden hat der grösste kommerzielle Fichtenstecklingsproduzent die Arbeit mit Fichtenklonen eingestellt und die umfangreichen Klonbankareale und die Versuchsflächen der Forschung übertragen.

Finnland hat das Gesetz und die dazu gehörende Regelung für die Anwendung der Klone und Klommische in der Forstwirtschaft seit 1992 in Kraft. Das finnische Gesetz über den Handel mit Forstsamen und Forstpflanzen (Laki metsänviljelyaineiston... 684/79 und 272/91) und die eingehenden Bestimmungen des Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten dazu, regeln den Markt und den Gebrauch des Verjüngungsmaterials (Maa- ja metsätalousministeriön... 1533/92).



Auch das Klonmaterial das in den Handel kommt, muss diese Bestimmungen einhalten. Die Bestimmungen teilen das Klonmaterial in vier Klassen (C1-C4) ein. Die Pflanzen in C1 müssen aus dokumentierten, getesteten Klonen oder Klongruppen vermehrt sein. Die C2 Pflanzen müssen aus dokumentierten, preliminär getesteten Klonen oder Klongruppen vermehrt sein. Die C3 Pflanzen müssen aus Klonen oder Klongruppen vermehrt sein, die von der Liste des ausgewählten Klonmaterials stammen. Die Pflanzen der Klasse C4 sind aus Klonen oder Klongruppen vermehrt, die auf der Liste des Spezialklonmaterials geführt sind. Der Gesetzgeber hat Mindestzeiten des Testens für die Klassen C2 (7 Jahre) und C1 (12 Jahre) verordnet, aber für C3, die ausgewählten Klongruppen, verlangt man keine Mindesttestzeit.

Die Finnische Forstliche Forschungsanstalt führt diese erwähnten Dokumentlisten für Klonmaterialien im Forstgenetischen Register. Ein Einzelklon darf maximal auf zwei Millionen Stück vermehrt werden. Beim Dokumentieren kann in die Liste des getesteten Klonmaterials als ein Einzelklon oder eine aus mindestens vier Klonen bestehende Gruppe notiert sein, in die Liste des preliminär getesteten Materials mindestens eine aus 11 Klonen bestehende Gruppe, in die Liste der ausgewählten Klone mindestens eine Kombination von 33 verschiedenen Klonen. In der Liste des Spezialklonmaterials können einzelne Klone oder Klonmischungen dokumentiert sein. Die Forstliche Forschungsanstalt kontrolliert die Regeln über das Testen und Auswählen, und achtet auf eine genaue Dokumentation für die Listen des Registers. Die Pflanzproduzenten üben oft Kritik wegen der langen Testzeiten und wegen der eingehenden Buchführung für das genetische Register. Es gibt aber viele negative Beispiele, die für eine detaillierte Dokumentation sprechen. Eine klare gesetzliche Regelung des Klonmaterials ist für die Forstwirtschaft wichtig, weil so Unklarheiten und Missverständnisse der eigenen Branche und in der Allgemeinheit vermieden werden können. Deswegen ist es auch wichtig, dass empirische Tests und Resultate aus Klonversuchen die Verordnungen stützen. Es wird hervorgehoben, dass bei ausländischen Herkünften oder bei extremen Provenienzkreuzungen es Gefahren bestehen, die nicht mit Baumschulfrühteste oder mit kurzen Versuchen sichtbar werden können.

Die Anwendung der Stecklingsproduktion der Fichte, bietet eine schnelle Möglichkeit für die Nutzung der jetzigen Züchtungsergebnisse und einen bedeutenden Beitrag um den wachsenden Mangel an hochwertigem Fichtenvermehrungsgut zu beheben. Der Züchtungsgewinn im breiten Sinne muss als Ziel gehalten werden. Höhenzuwachs ist nur ein wichtiger Bestandteil neben der Qualität und dem Resistenz.

Diese Arbeit behandelt für finnische Klimaverhältnisse eine breite Palette an Provenienzen von Mitteleuropa bis zu der Baumgrenze in Lappland. Der Versuch ist ab der Verschulung nach der Bewurzelung, 21 Jahre lang regelmässig beobachtet worden. Es wurden Höhenmessungen und mehrere phänologische Beobachtungen durchgeführt. Es wurde untersucht, ob die Fichtenstecklingsherkünfte überhaupt besser oder gleich gut, wie die vergleichbaren Sämlinge in Höhenzuwachs waren, und wie dieser Versuch sich zu einigen anderen Arbeiten verhält. Die Baumhöhenentwicklung alleine ist ein einseitiger Indikator des Gesamtertrages auf die ganze Umtriebszeit gedacht, aber andererseits ist sie eines der wichtigsten Kriterien des Überlebenskampfes vom Keimbeet bis zum Kronenschluss im Wald.

Das Ziel der Untersuchung war zu finden, nach wieviel Jahren in Testgarten der Zuwachs der verschiedenen Fichtenherkunftsklone sich stabilisiert, weil erst nach der Stabilisierung der Rangfolgen Schlüsse für einen Frühtest gemacht werden können. Die Jugend - Alters

- Korrelation gewinnt bedeutend an Aussagekraft, wenn sie auch die Stabilisierungszeit der Rangfolge der Provenienzkclone und der Kontrollsämlinge berücksichtigt.

Es wurde nicht versucht die besten Herkünfte aus einer Vermehrungsmasse durch einen "Götterblick" zu finden, sondern es wurde auch Gründe der Variationsänderungen der Versuchsglieder während einem Fünftel der Fichtenumtriebszeit untersucht.

## 2 Das Material und die Methode

### 2.1 Das Material

#### 2.1.1 Beschreibung der Herkünfte

Der Versuch besteht aus 119 Fichtenstecklingsherkünften und aus 6 Kontrollen aus Sämlingsherkünften der Fichte.

Die Klone kamen aus einem Herkunftstest mit Südfinnischen und ausländischen Herkünften und mit Nachkommen verschiedener Kreuzungen zwischen süd- und mittelfinnischen Herkünften und mit Herkünften des sog. Heikinheimo Provenienzversuches von 1926 (Kalela 1937 und Heikinheimo 1949). Als Kontrolle dienten sechs südfinnische Sämlingsherkünfte.

Im Frühjahr 1972 hatte die Stiftung für Forstpflanzenzüchtung (Metsänjalostus-säätiö) ausgewählte Herkünfte in der Baumschule Haapastensyrjä vegetativ vermehrt. Die Auswahlkriterien der Herkünfte entsprachen den damaligen (1970) Theorien und Wünschen, Sämlinge im Frühtest nach u.a. Wüchsigkeit auszuwählen und dann verklont weiterzutesten.

#### *Die Herkünfte.*

Die eingehende Darstellung der Herkünfte ist auf einer separaten Herkunftsliste dargestellt (Anhang 1). Die selektierten Klone waren Nachkommen der freibestäubten finnischen Plusbäume oder der sonst als gut eingeschätzten frei bestäubten Fichten aus Süd- und Mittelfinnland und deren Kreuzungen. Dazu auch Kreuzungen der nord-, mittel- oder südfinnischen Plusbäume mit mitteleuropäischen und baltischen Herkünften gemacht in einem Provenienzversuch in Punkaharju Versuchsstation der Forstlichen Forschungsanstalt. Dieser Provenienzversuch aus den Jahren 1931 - 1934 gehört zu der Heikinheimo Fichten Provenienzversuchsreihe, der mit grossen Parzellen ohne Wiederholungen gepflanzt wurde (Heikinheimo 1949). Diese Provenienzhybriden waren für die vegetative Vermehrung interessant und sehr wichtig, weil die ausländischen Mutterbäume sich schon unter dem mittelfinnischen Klima von Punkaharju vielversprechend gezeigt hatten. Ähnliche Versuche haben bei vielen Baumarten das weite Adaptationsverhalten an verschiedene klimatische Verhältnisse demonstriert (Beuker 1994).

Die Mutterbäume der finnischen Kreuzungen stammten aus Mittel- und Südfinnland. Die ausländischen Herkünfte kamen aus Deutschland (Erzgebirge), Russland (nahe Baltikum) und der Czech Republik (mittlere Sudeten). Alle diese ausländischen Provenienzen waren aus Saat aufgezogen und dann nach dem Selektieren für die vegetative Vermehrung gesteckt. Insgesamt waren es 119 Klone. Viele der Kloneherkünfte sind aus derselben Herkunft, aber ursprünglich aus verschiedenen Sämlingen selektiert und vegetativ vermehrt worden.

Das Vergleichsmaterial bestand aus 6 Sämlingsherkünften (Vers. Nr. 301 - 306) aus Süd- und Mittelfinnland. Drei der Herkünfte aus registrierten Erntebeständen und drei aus Beständen bekannten Ursprungs. Alle Sämlingsherkünfte in dieser Arbeit werden als eine Kontrollgruppe behandelt.

## 2.2 Die Methoden

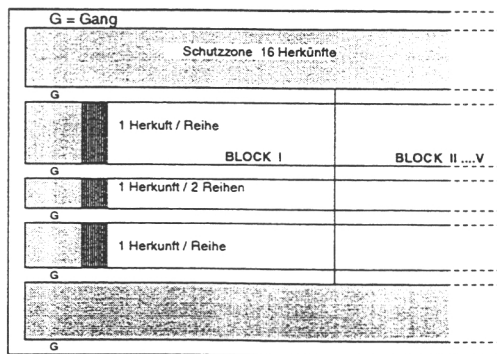
Diese Arbeit befasst sich mit den Fragen der Baumhöhenentwicklung und mit einigen phänologischen Merkmalen des jungen Klonprovenienzmaterials mit Sämlingskontrollen im Baumschulbeet und während den ersten zwei Jahrzehnten der Umtriebszeit. Neben der normalen Höhenentwicklung wurde Jugend-Alters-Korrelationen und deren Auswirkungen auf die Ergebnisse untersucht. Neben der Höhenentwicklung der Versuchsglieder, wurden auch phänologische Beobachtungen durchgeführt.

### 2.2.1 Die Versuchsplanung

#### *Die Baumschule Haapastensyrjä, Loppi*

Das Stecken des ausgewählten Materials geschah im Frühling 1972. Das Klonmaterial stammte aus 2 bis 4 jährigen Pflanzen und zeigte kaum ein plagiotropes Wuchsverhalten beim Verschulen. Das bewurzelte Klonmaterial lag schon vor als diese Arbeit begann. In der Baumschule Haapastensyrjä wurde das Material ins Gewächshaus in 5 Blöcke verschult und nach bestimmten regeln gemessen. Am Ende des Sommers hat man das Plastik-gewächshaus entfernt um die Winterhärte der Pflanzen zu sichern. In der Baumschule wurde das Material zwei Vegetationsperioden lang beobachtet und gemessen. Im Frühjahr 1974 wurde der eigentliche Versuch in das Forschungsgebiet Pelkola der Forstindustriegesellschaft Enso Gutzeit Oy in Imatra an der Südostgrenze Finnlands gepflanzt. Diese Arbeit hat nach der Bewurzelung der Stecklinge mit der Versuchsplanung für das Verschulbeet begonnen. Sie bekam, von der Finnischen Forstlichen Forschungsanstalt die Versuchsnummer 0560/01.

Das Material wurde herkunftweise aus dem Stecks substrat mit 5 Wiederholungen und 3 Pflanzen je Reihenplot in Plastikgewächshäuser verschult. Der Pflanzabstand war 10cm in der Reihe und 20 cm zwischen den Reihen. Die Versuchspflanzen im Haus waren mit einer Schutzzone aus gleichem Stecklingsmaterial umsäumt (Abb. 1). Die Sämlingsherkünfte, als Kontrollpflanzen, kamen als Versuchsmitglieder dazu, aber als 2 jährig waren sie erheblich grösser als die Stecklinge. Die Sämlingsherkünfte wurden nicht in der Baumschule gemessen, aber waren Herkunftweise unter den Klonherkünften verschult. Die Daten wurden in der Baumschule 1972 und 1973 herkunftweise je 3 Pflanzen in 5 Wiederholungen erfasst (Tabelle 1).



**Abbildung. 1.** Übersicht des Versuches in der Baumschule Haapastensyrjä Versuch in Imatra, Pelkola Nr. 0560/01



Versuch in Imatra, Pelkola Nr. 0560/1

Im Frühjahr 1974 wurde der Versuch aus der Baumschule in Läjliäinen nach Imatra, an der Südostgrenze Finnlands, in geplanten Umfang begründet. Der Versuch liegt im umfangreichen Versuchsgebiet der Forstindustriengesellschaft Enso Gutzeit Oy zwischen der Stadt Imatra und der Russischen Grenze.

Klimatisch liegt Imatra günstig mit einer hohen Temperatursumme von ca. 1300 dd. Die Jahreszeiten Winter, Frühling und Sommer sind recht kontinental, und mit einem mildem Herbst durch die grossen Gewässer vom Saimaasee, Ladogasee und Ostsee. Als Versuchsgebiet war eine hügelige Ackerfläche mit einem schweren tonreichem Boden ausgewählt. Die Gesamtfläche war 9,3 ha, was den eigentlichen Versuch und die Schutzfläche um den Versuch umfasste. Das vorgesehene Feld musste kartiert und abgesteckt werden um das grosse Material samt der Schutzzone optimal anzulegen (Anhang 2).

Das Versuchsmaterial bestand aus 119 verschiedenen Klonen und 6 Sämlingsherkünften. Also alle Herkünfte, die in der Baumschule in den Versuch gewählt wurden, waren auch in Imatra dabei. Der Versuch in Imatra besteht aus 20 Wiederholungen, mit 125 Herkünften je 4 Pflanzen in einer Reihe. Reihenparzellen wurden gewählt um das Durchforsten später eventuell systematisch durchführen zu können (Tabelle 1). Der Pflanzverband war 2 m x 2,5 m. Der Abstand 2,5 m wurde wegen der maschinellen Unkrautbekämpfung der ersten Versuchsjahre gewählt (Abb. 2.). Die Schutzfläche um den eigentlichen Versuch bestand aus denselben Klonen und Sämlingen, wie im Versuch, aber grossflächig je Herkunft gepflanzt.

19	91	166	94	50
24	38	21	173	78-65-102
m-26-4	26	185	28	81
68-64	22	103	51	96
65-119	101	109	43	100
16-66-162	52	37	197	32
176	182	103	14	106
159	97	70	69	35
178	65	10	20	26
170	107	9	15	193
67	53	108	22	98
110	64	83	62	30
42	190	99	192	146
127	17	46	27	105
150	16	120	78-66-135	33
34	49	191	63	116
187	138	95	86	11
17	55	11	104	12
40	194	172	25	11
47	137	177	5	88
28	56	164	198	110
167	29	89	171	39
45	156	79	148	175
118	41	115	169	36
156	54	6	19	141

Abbildung. 2. Imatra-Versuch: Block Nr. 17 mit Reihenparzellen mit Arbeitsnumerierung (Beispiel).

Die Versuchsanordnung in Imatra war anders als in der Baumschule, wo je Herkunft drei Pflanzen gemessen wurden. Hier wurde die Fläche in zwanzig Blöcke mit vier Pflanzen je Reihenparzell eingeteilt. Die Stelle der Herkunft im Block war ausgelost. Die fünf Blöcke mit drei Pflanzen je Herkunft aus der Baumschule wurden als eigene Blöcke in die Imatra-Blöcke ausgelost. Jede Parzelle wurde mit einer Pflanze der eigenen Herkunft komplettiert.

Insgesamt wurden in den Imatra Versuch 9694 Stück Fichtenstecklinge mit Kontrollpflanzen gepflanzt. Die Schutzzone um den Versuch bestand dazu aus teilweise denselben Klon- und Sämlingsherkünften aber in grösseren Einheiten je Herkunft.

*Tabelle 1. Angaben über die Versuchsanordnungen.*

Art	Baumschule Haapastensyrjä	Versuch Imatra
Breitegrad	60° 37′	61°08′
Längegrad	24°26′	28°48′
Höhe ü NN	130	60
Temperatursumme; d.d.	1220	1300
Herkünfte; Klon	119	119
Herkünfte; Sämling	6	6
Blöcke	5	20
Parzellen	125	125
Pflanzen/Pazelle	3	4
Pflanzverband	0,10 x 0,20 m	2,0 x 2,5 m

### 2.2.2 Gewinnung der Daten

Alle Höhenmessungen sind in Dezimeter dargestellt und als Parzellenmittelwerte interpretiert. Die Messgenauigkeit war in den Baumschulmessungen, und bei den Messungen im Versuchsfeld bis 1978 immer 1 mm. Ab 1983 als die Baumhöhen 3 m erreichten bis 1993 wurden die Baumhöhen mit 1 dm Genauigkeit gemessen.

#### *Baumhöhe 1972 - 1993*

##### Alle Herkünfte zusammen

Das Material wurde zwei Vegetationsperioden lang (1972 - 1973) in der Baumschule beobachtet und gemessen. Alle Höhenmessungen geschahen als Herbstmessungen. Von 1972 bis 1975 wurden die Messungen vom Verfasser geleitet und ab 1976 wurden sie durch die geregelten Messroutinen der Forstlichen Forschungsanstalt, mit gegebenen Messanleitungen durchgeführt. In der Baumschule wurden die erhobenen Daten herkunftweise je 3 Pflanz in Reihenplots in 5 Wiederholungen erfasst. Alle gemessenen Pflanzen waren nummeriert um sie auch nach dem Umpflanzen aus dem Versuch im

Gelände zu identifizieren. Im Versuch in Imatra, mit 20 Wiederholungen, bildeten diese 5 Wiederholungen der Baumschule mit einer Pflanze je Klon ergänzt, also vier Pflanzen per Plot, eigene Blöcke deren Platz im Versuch ausgelost war. Die Auswertung der Einzelklonmessungen geschah mit Parzellenmittelwerten

### Herkunftsgruppen

Um die Dateninformation der 119 Klone und 6 Sämlingsherkünfte zu verdeutlichen wurden alle 125 Herkünfte in 7 Provenienzgruppen eingeteilt, und mit diesen Gruppen wurden die Rechnungen durchgeführt.

**Tabelle 2.** Die einteilung der Herkünfte in 7 Gruppen

Gruppe	Die Provenienzgruppen	Herkünfte
E x E	Nachkommen der Südfinnischen Fichten	55
E x U	Südfinnische Fichten mal ausländische Fichten in Südfinnland	17
K x K	Mittelfinnische Fichten mal Mittelfinnische Fichten	7
K x U	Mittelfinnische Fichten mal ausländische Fichten in Südfinnland	9
P x U	Nordfinnische Fichten mal ausländische Fichten in Südfinnland	15
U x U	Ausländische Fichten in Südfinnl. mal ausl. Fichten in Südfinnland	16
KONTR.	Sämlingsherkünfte aus Mittelfinnland als Kontrolle	6

### Phänologische Beobachtungen

Phänologische Beobachtungen wurden neben den Höhenmessungen 1973 in der Baumschule und 1975 im Versuchsfeld durchgeführt.

### Der Knospenaustrieb

Der Knospenaustrieb wurde an Klonherkünften an der Terminalknospe ab einem Tag im Winterzustad des Versuches und bis die meisten Herkünfte ausgetrieben hatten aufgenommen.

0	Die Knospe tot oder geht ein.
1	Winterzustand
2	Knospe deutlich angeschwollen. Knospenschuppen zu.
3	Knospenschuppen aufgebrochen und Nadelspitzen sichtbar.
4	Nadelbündel deutlich gestreckt und Schuppenkappe abgefallen.

**Tabelle 3.** Die Austriebklassen für die phänologische Einteilung.

Jedes Jahr war ein Person für die Beobachtung zuständig. Gleichzeitig mit der Austriebphänologie wurde auch die jährliche Temperatursumme der entsprechenden Zeit behandelt. Die jährliche Temperatursumme besteht aus dem Mittelwert von drei

Messwerten des Tages, was +5°C übersteigt. Also die Temperatursumme: (dd = degree days) = (T08+T14+T20)/3 - 5.

#### Wachstumsabschluss

Um das Beenden der Wachstum einzelner Klone festzulegen, wurde 1973 im September jeder Jahrestrieb der gewählten Klone beobachtet und die Farbänderung des Triebes auf volle 10 % geschätzt. Je höher der dunkelgrüne Anteil des Triebes gestiegen war, umso höher war die Prozentsahl. Die Auswertung wurde in Arcsin transformierten Klonmittelwerten gerechnet.

#### Spätfrostbeschädigung

Der Spätfrostschaden des Versuches im Jahre 1975 wurde bei allen Klonherkünften aufgenommen. An einem Tag, nachdem die beschädigten Triebe sich verfärbt hatten wurde es aufgenommen, ob die Terminalknospe beschädigt war oder nicht.

#### 2.2.4 Korrelationsrechnungen

Als eine Grundlage der Rechnungen dienten die Parzellenmittelwerte in Dezimeter der einzelnen Herkünfte aus verschiedenen Messjahren, die dann in die erwähnten Herkunftgruppen eingeteilt und weiter behandelt wurden. Von den Sämlingsherkünften gibt es Höhenmessungen erst nach dem Begründen des Versuches in Imatra.

Um ein Gesamtbild über das gesamte Material zu bekommen wurde eine Korrelationsmatrize mit allen Herkünften und Messjahren gerechnet. Die Pflanzhöhenunterschiede der Herkunftgruppen und deren Rangfolgen wurden durch Korrelationsberechnungen untersucht. Es wurde immer die Korrelation des letzten Jahres mit den früheren Jahren gerechnet und graphisch dargestellt. Diese Serien von 21 Jahren sollten dabei helfen, den Zeitpunkt des Stabilisierens des Klonmaterials festzustellen.

#### Pearson Korrelationskoeffizient

Die Jugend - Alters - Korrelationsberechnungen wurden mit dem Pearson - Korrelationskoeffizienten:

$$r = \frac{s_{XY}}{s_X s_Y}$$

durchführt. Pearson Korrelationskoeffizient misst die Stärke der linearen Abhängigkeit zwischen den Variablen und ist nicht quantitativ zu deuten, sondern  $r$  ist ein Maß der Stärke und der Richtung der linearen Abhängigkeit der  $X$  und  $Y$  (Ranta, Rita, Kouki 1989).



## Spearman - Rangkorrelation

Die Jugend - Alter - Rangkorrelationen für die Klonhöhen und Messjahre wurden nach Spearman - Rangkorrelationskoeffizienten gerechnet:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n^3 - n}$$

Zu den Spearmans Korrelationwerten kommt man nach dem folgenden Regel.  
Die Klonmittelwerte und Messjahre waren der Grösse nach geordnet und die Pearson - Korrelationskoeffizient daraus gerechnet (Ranta, Rita, Kouki 1989 und Conover 1980).

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Entwicklung der Baumhöhe

Als Ganzes ist der Versuch während dieser 21 Jahren gut gewachsen. Trotz der vielen unterschiedlichen Herkünften ist das Allgemeinbild gleichmässig und während den Jahren nur wenig beschädigt. Am Leben sind 92,9 % der gepflanzten Bäume, und keine der Herkunftsgruppen ist ganz ausgefallen. Die Messergebnisse und die Auswertung ist von den Parzellenmittelwerten ausgegangen.

Das wichtigste Ergebnis ist, dass eine frühe Aussage über den späteren Zuwachs im Baumschulalter mit grossen Fehlern behaftet sein kann.

In der Baumschule wurde die Höhenentwicklung der Sämlinge nicht gemessen, weil die zweijährigen Kontrollpflanzen schon ca 4 dm hoch waren, während die Höhe der Klone in der selben Zeitpunkt zwischen 0,5 und 1 dm war. Das war eine Fehlbeurteilung, weil viele der Stecklingsklone, trotz des Versuchschocks, den Vorsprung der Sämlinge während den zwei Baumschuljahren sichtbar einholten (Anhang 3). Die beste aus den sechs Klongruppen, die Mitteleuropäer (UxU), erreichten die mittlere Höhe von 47 cm in der Baumschule 1973, während die Sämlinge ein Jahr später die mittlere Höhe von 49 cm, bei der ersten Messung im Feldversuch, hatten. Das zeigt, dass vor allem die Herkünfte, die aus dem Süden kommen die optimalen Verhältnisse der Baumschule zu ausnutzen vermögen.

Die Auspflanzung auf dem Versuchsfeld in Imatra im Mai 1974 führte zu einer Stagnation bei allen Stecklingsklonen. Bei der Gruppe der Mitteleuropäer sogar zum mittleren Rückgang der Höhe von 22% durch Austrocknung der Spitzen. Nach dem ersten Jahr im Feld war die mittlere Höhe der Sämlinge 25% grösser als die beste Gruppe bei den Stecklingen.

Nach vier Jahren im Feld (1978), hatte der ganze Versuch, nach einem langsamen Zuwachs, die mittlere Höhe von 6,8 dm. In diesem Jahr haben die Sämlinge ihren Vorsprung verloren. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der ganze Versuch einem gleichmässigen, stärkeren Zuwachs, wobei die Gruppe der Sämlingskontrollen eine mittel-mässig wachsende Gruppe bleibt.

Gemessen mit Gruppenmittelwerten, verlieren die Sämlinge bis 1993 gleichmässig an Rangfolge. Sie sind nach der letzten Messung die zweitschlechteste Gruppe, doch statistisch nicht gesichert schlechter als die anderen Gruppen, ausser der Gruppe der Mitteleuropäer, die ab 1980 führend und wahrscheinlich durch die harten Winter während der Zeitperiode 1983 - 1988 zu der schlechtesten Gruppe weit zurück degradiert wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Unterschiede zwischen den Herkunftsgruppen in der Höhenentwicklung nicht bedeutend sind, wie auch in der Abbildung 3 mit allen Gruppen zu sehen ist.

### 3.1.1 Alle Herkünfte zusammen

Die Pflanzhöhe wurde ab Verschulbeet 1972 bis 1978 im Feld jedes Jahr im Herbst gemessen. Die weiteren Messungen geschahen 1983, 1988 und 1993 (Tabelle 3).

**Tabelle 3.** *Mittlere Höhenentwicklung (dm) des ganzen Versuches.*

JAHR	$\bar{x}$	$\sigma$	CV %
1972	1,40	0,55	39,22
1973	3,64	1,07	29,52
1974	3,49	0,94	27,05
1975	3,78	0,92	24,31
1976	4,40	0,94	21,33
1977	5,51	1,11	20,08
1978	6,68	1,39	20,77
1983	27,83	5,11	18,35
1988	53,55	9,55	17,84
1993	79,76	14,13	17,72

Die Höhenentwicklung des gesamten Materials war in der Baumschule im Durchschnitt gut, aber nach der Auspflanzung ins Feld war sie bis 1978 langsam um dann bis 1993 rasch anzusteigen. Die Standardabweichung (s) folgt deutlich der Änderungen der Mittelhöhen ( $\bar{x}$ ) in den Aufnahmejahren. Die Variationskoeffizienten ( $C_v$ ) für die gemessenen Jahre zeigen im Jahre des Steckens den höchsten Wert von 39,22 %, und sinken im zweiten Baumschuljahr deutlich auf 29,52. Der  $C_v$  bekommt in den nächsten Jahren kleinere Werte, obwohl die Auspflanzung 1974 einige Klone beschädigte. Die recht gleichmässige Abnahme in den weiteren Jahren zeigt weitgehend normale Werte für Provenienzversuche.

### 3.1.2 Herkunftsgruppen:

Die Höhenentwicklung der sieben Herkunftsgruppen während 21 Jahren zeigt deutlich die schnelle Entwicklung der Klone in der Baumschule, und das langsame Anwachsen aller Gruppen nach dem Auspflanzen ins Feld und dann die schnelle Entwicklung ab 1978 bis 1993. Die Sämlingsherkünfte erscheinen in den Ergebnissen der Herkunftsgruppen erst ab 1974 nach dem ersten Jahr im Versuchsfeld.

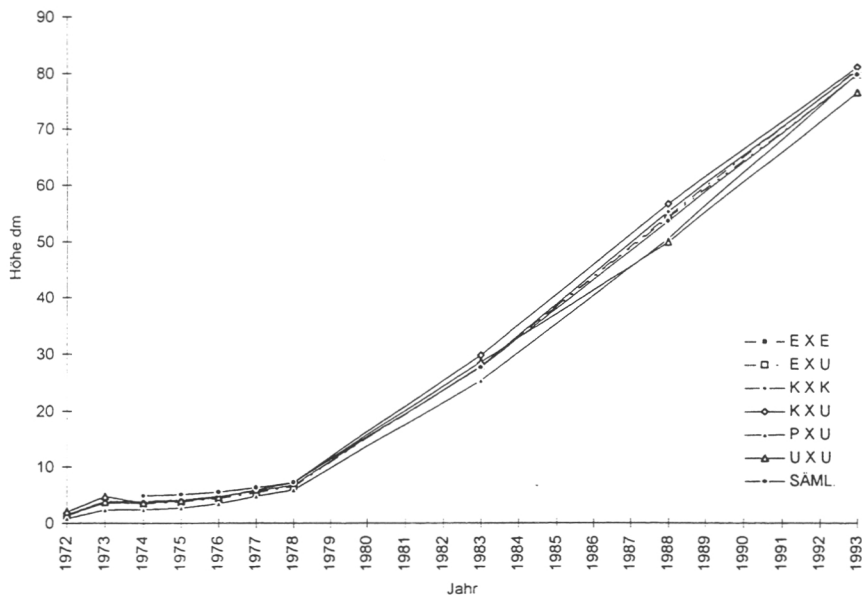


Abbildung 3. Höhenentwicklung des gesamten Versuchs 1972-1993.

### Baumschule

Die bewurzelten Klone, wie auch die Sämlingsparzellen haben schon im ersten Baumschuljahr 1972 ein gutes Wachstum gezeigt. Im zweiten Jahr zeigten einige Klone einen sehr starken Zuwachs, wobei sie die Kontrollsämlinge zu erreichen schienen. Zu den ausgewählten 119 Klonen kamen die sechs Kontrollherkünfte ins Versuchsbeet als zweijährige Sämlinge. Im Versuchsbeet des Gewächshauses sind sie gleich, gut und ohne Pflanzschock angewachsen. Optisch auffallend war die Streuung der Höhenentwicklung bei den Sämlingen verglichen mit den nahestehenden Klonherkünften. Die Sämlinge waren zu Anfang so überlegen in der Grösse, dass man entschieden hat sie erst im Feld anfangen zu messen. Die besten Klontypen holten jedoch die Sämlinge schon in der Baumschulphase, in zwei Jahren, beinahe ein.

Nach dem Versetzen aus dem Stecksubstrat ins Beet haben die Stecklinge gleich einen starken Höhenwuchs angefangen. Zwischen den Herkunftsgruppen zeigten sich deutliche Unterschiede, aber keine der beobachteten Gruppen blieb wegen des Versetzungschocks im Wachstum zurück.

Im ersten Jahr waren aus den sechs Klontypen die Nordfinland mal Mitteleuropa (PxU) die kleinsten mit etwa 8 cm Mittelhöhe. Die beste Gruppe bildeten die mitteleuropäer (UxU) mit etwa 20 cm Mittelhöhe. Alle anderen vier Gruppen waren bei 15 cm sehr nahe beieinander.

Nach dem zweiten Jahr in der Baumschule waren die Mitteleuropäer deutlich die besten mit 47 cm Mittelhöhe. Zu beachten ist, dass die Kontrollsämlinge erst ein Jahr später die Höhe von 49 cm erreichten. Das heisst, dass die besten Klonherkünfte die sechs Jahre alten Sämlinge innerhalb von zwei Jahren in der Mittelhöhe einholen konnten. Die Gruppe Nordfinland mal Mitteleuropa war mit 23 cm am wenigsten gewachsen. Die anderen Gruppen waren eng bei 36 cm Höhe zusammen. Aus diesem Kollektiv waren die Mittelfinnischen Herkünfte ein wenig besser gewachsen.

## *Versuchsfeld*

Der Frühling 1974, als der Versuch aus der Baumschule ausgehoben und ins Versuchsgebiet nach Imatra umgepflanzt wurde, war sehr ungünstig für die Stecklingsherkünfte. Es herrschte eine warme Wetterlage und gleichzeitig war das Torfbeet noch fest gefroren. Das führte zur Gipfeltrocknung und zum Zurückfallen der Pflanzhöhe bei einigen Herkunftgruppen. Nach dem Auspflanzen in Imatra kam noch eine lange trockene Zeit, was sicher auch zu dem Pflanzschock des ersten Jahres beigetragen hat. Am stärksten war die Gruppe ExE, die Mitteleuropäischen Herkünfte getroffen. Diese Gruppe hatte einen Verlust von 24,47% der mittleren Höhe nach dem ersten Jahr auf dem Versuchsfeld. Die Gruppe ExU, Südfinnland mal Mitteleuropa, zeigte einen leichten Höhenverlust. Alle anderen Klongruppen behielten mindestens ihre Baumschulhöhe im gleichen Jahr. Die Sämlingsgruppe, hatte keine Trocknungsschäden (Anhang. 3).

Die Höhenentwicklung von 1975 bis 1977 war bei allen Klongruppen nicht sehr stark. Die Sämlinge waren die höchsten und zeigten eine Höhenentwicklung, die verglichen zu den Klongruppen bis 1977 gleichmässig nachliess. Der Anhang 4 zeigt die Gesamtansicht der Höhenentwicklung der Herkunftgruppen zwischen 1978 bis 1993.

Im Jahre 1978 hatten die Provenienzhybride UxU, die reinen Mitteleuropäer und KxU, Mittelfinnland mal Mitteleuropa, die Sämlinge in der Höhe eingeholt. Dagegen war die Gruppe PxU, Nordfinnland mal Mitteleuropa eindeutig die ersten 15 Jahre die Schwächste.

1983 waren KxU und UxU die führenden Gruppen. Intermediär verhielten sich die ExE, südfinnischen, KxK, die mittelfinnischen, ExU die Südfinnland mal Mitteleuropa und die Gruppe der Sämlinge, die deutlich zurück fiel.

Die sehr kalten Winter 1984/85 und 1986/87, mit Minimumtemperaturen bis  $-40^{\circ}\text{C}$ , während des Messintervalles 1983-88 (Anhang 5) brachten den Mitteleuropäern einen dramatischen Sturz in der Höhenentwicklung. Die extremen klimatischen Verhältnisse der kalten Winter ua. die lange kalte Periode im Januar und Februar 1987 hat deren Höhenentwicklung von der zweit besten Stelle deutlich zur Schlechtesten der Gruppen geführt. Dagegen erreicht 1993 die bisher schlechteste Gruppe PxU, Nordfinnland mal Mitteleuropa die anderen Gruppen, die eine fast gleichgrosse Mittelhöhe aufweisen. Nur die Mitteleuropäer sind deutlich schlechter.

Alle Gruppen verhalten sich in den ersten Jahren sehr einheitlich auf dem Versuchsfeld. Die Höhenentwicklung von 1974 bis 1978 ist bei allen Gruppen gering und der Wechsel der Rangfolgen häufig. Nach dem Jahr 1978 beginnt bei allen Gruppen ein guter Wuchs mit einem einheitlichen Trend, was sogar der Kalte Winter 1978 nicht bedeutend verschlechtern kann. Allein die Beobachtung der Höhenentwicklung zeigt dass die Sämlinge am Anfang langsam-wüchsiger als die Stecklinge sind. Mit den Jahren werden die Unterschiede doch klein, um dann plötzlich auf extreme klimatische Verhältnisse zu reagieren.



Die Varianzanalyse zwischen den Klon- und Sämlingsherkünften zeigt keinen signifikanten Unterschied nach 21 Jahren im Jahre 1993.

Art	FG	SQ	s <sup>2</sup>	F	P
Gruppe	1	7,024	7,022	0,04	0,8465
Blöcke	19	8819,434	464,181	2,48	0,0004
Gruppen x Blöcke	19	3493,370	183,862	0,98	0,4807

Eine Variationsanalyse zwischen den Herkunftsgruppen 1993 zeigt hohe signifikante Unterschiede, wie zwischen den Blöcken.

Art	FG	SQ	s <sup>2</sup>	F	P
Gruppe	6	4494,929	749,155	4,07	0,0005
Blöcke	19	19850,360	1044,756	5,67	0,0001
Gruppen x Blöcke	114	25264,376	221,617	1,20	0,0742

Ein Duncan-Test gerechnet zwischen den Herkunftsgruppen 1993 (Tabelle 4) zeigte, dass nur die Gruppe der Herkünfte aus Mitteleuropa UxU sich signifikant von anderen Gruppen unterscheidet. Diese Gruppe ist deutlich kleiner geblieben. Zwischen anderen Gruppen bestehen keine gesicherten Unterschiede.

**Tabelle 4. Duncantest-Gruppen: Mittelwerte mit der gleichen Buchstabe zeigen keine signifikanten Unterschiede.**

Duncan-Gruppe	Mittelwert	N	Gruppe
A	80,919	179	KxU
A	80,561	1070	ExE
A	80,282	140	KxK
A	79,780	283	PxU
A	79,573	329	ExU
A	79,563	120	KONTR.
B	76,417	316	UxU

### 3.2 Korrelationsberechnungen

#### 3.2.1 Korrelation der Mittelwerte der Versuchsglieder 1972 - 1993

Zwischen allen zehn Höhenmessungen innerhalb der 21 Jahren wurden Korrelationen über Mittelwerte der Herkünfte gerechnet.

Die Korrelationen zwischen den Messungen (Tabelle 5) waren in den ersten Jahren auf normalem Niveau für Provenienzversuche, aber 1988 fallen die Korrelationen zuerst stark ab und erreichen bei den ältesten Messungen (1972 - 1973) sehr niedrige Werte. Noch stärker fallen die Werte von 1993. Die Werte fallen sehr stark bis 1978 auf die Höhe von 0,18, bleiben während der Pflanzschockzeit nahe 0,2 um dann 1972 einen negativen Wert von -0,08 zu erreichen. Der kalte Winter 1986/1987 hat deutlich auf die Korrelationen einen negativen Einfluss gehabt.

*Tabelle 5. Höhenkorrelation aller Versuchsglieder zwischen den Messjahren 1972 - 1993 (Korr., Sign., n).*

**KORRELATION 1972 - 1993**

<b>H72</b>	1																			
	0																			
	119																			
<b>H73</b>	0,83781	1																		
	0,0001	0																		
	119	119																		
<b>H74</b>	0,69798	0,82807	1																	
	0,0001	0,0001	0																	
	119	119	125																	
<b>H75</b>	0,73524	0,85987	0,99182	1																
	0,0001	0,0001	0,0001	0																
	119	119	125	125																
<b>H76</b>	0,67238	0,79441	0,96343	0,97674	1															
	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0															
	119	119	125	125	125															
<b>H77</b>	0,66056	0,72279	0,82686	0,86353	0,92211	1														
	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0														
	119	119	125	125	125	125														
<b>H78</b>	0,61099	0,64048	0,71349	0,75903	0,83289	0,97389	1													
	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0													
	119	119	125	125	125	125	125													
<b>H83</b>	0,48441	0,52258	0,54641	0,57927	0,63941	0,77759	0,84345	1												
	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0												
	119	119	125	125	125	125	125	125												
<b>H88</b>	0,20064	0,24233	0,38802	0,38664	0,4621	0,5348	0,58368	0,78941	1											
	0,0287	0,0079	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0											
	119	119	125	125	125	125	125	125	125											
<b>H93</b>	-0,07951	0,02846	0,17767	0,14815	0,19631	0,18852	0,17814	0,37363	0,65763	1										
	0,3900	0,7587	0,0475	0,0992	0,0282	0,0353	0,0469	0,0001	0,0001	0										
	119	119	125	125	125	125	125	125	125	125										
<b>H72</b>	<b>H73</b>	<b>H74</b>	<b>H75</b>	<b>H76</b>	<b>H77</b>	<b>H78</b>	<b>H83</b>	<b>H88</b>	<b>H93</b>											

Die Korrelationstabelle zeigt einen abnehmenden Trend mit den Jahren. Es geschieht aber nicht gleichmässig, sondern die Beschädigungen im Auspflanzungsjahr an einigen Versuchsmitgliedern verursachen angeblich nicht normal abnehmende Werte. In der Reihe des Steckjahres (1972) sind die Korrelationswerte am Anfang der Zeit nicht sehr hoch, und sinken im Auspflanzungsjahr um im nächsten Jahr wieder zu steigen. Das geschieht auch im zweiten Baumschuljahr. Spätere Werte nehmen wieder gleichmässig bis zum letzten Messjahr, 1993 ab. Die Korrelationswerte des letzten Messjahres sind auffällig klein auch, wenn man sie nur mit den vorigen Messungen (1988) vergleicht.

### 3.2.2 Die Korrelationen der Herkunftsgruppen 1972 - 1993

Die Pearsons Korrelationskoeffizienten wurden zwischen jedem Messjahr und den früheren Jahren gerechnet und in Abbildungen dargestellt (Anhang 6 und 7).

Die Höhen bei den Herkunftsgruppen zeigen eine hohe Korrelation zwischen den beiden Baumschuljahren. Die guten Verhältnisse geben zwischen den Jahren 1973 und 1972 Korrelationswerte von über 0,5 bis fast 0,9. Die schlechteste Gruppe ist hier am Anfang KxK, aus Mittelfinnland. Dann mit etwa 0,7 ExU Südfinnland mal Mitteleuropa. Die Mitteleuropäer UxU erreichen fast 0,8, und zwischen 0,8 und 0,9 sind die Gruppen der südfinnischen ExE, Mittelfinnland mal Mitteleuropa KxU und als Höchste PxU Nordfinnland mal Mitteleuropa.

Die Darstellung der Korrelationswerte nach dem ersten Jahr im Feld, 1974, zeigt für 1972 Werte von 0,4 bis knapp 0,9. Die mitteleuropäischen liegen wegen der Tribschäden zurück, und die ExU erreicht 0,5. Die mittelfinnischen sind bei 0,7 wesentlich höher als das Jahr zuvor. ExE, PxU und KxU sind um 0,8. Die Korrelationen zwischen 1974 und 1973 geben ein auffallendes Bild. Die mitteleuropäer, UxU fallen wegen Gipfelverlust weiter auf 0,3 zurück, aber alle andere. sind sehr eng zusammen bei 0,9.

Die Korrelationswerte vom 1975 zurück sind für 1972 und 1973 wie früher, aber für das Jahr 1974 sind alle Werte eng zusammen nahe 1. Der niedrige Wert der Mitteleuropäer also hat sich auf ein hohes Niveau erholt. In diesem Bild erscheint der hohe Korrelationswert der Sämlingsgruppe nahe 1.

Wie die Werte des Vorjahres, sind die auch im 1976 ähnlich, was auf den Pflanzschock zurückzuführen sein dürfte.

Die Pflanzhöhen von 1977 führen zu schlechten Korrelationswerten bei den Mitteleuropäern. Besonders schlecht ist die Korrelation (0,2) mit dem zweiten Baumschuljahr. Bei anderen Gruppen ist das Gesamtbild dem Vorjahr ähnlich, doch zu früheren Jahren hin mit leicht sinkenden Korrelationswerten. Die Sämlingsgruppe bleibt bei 1 mit wenigen Änderungen (Anhang. 7).

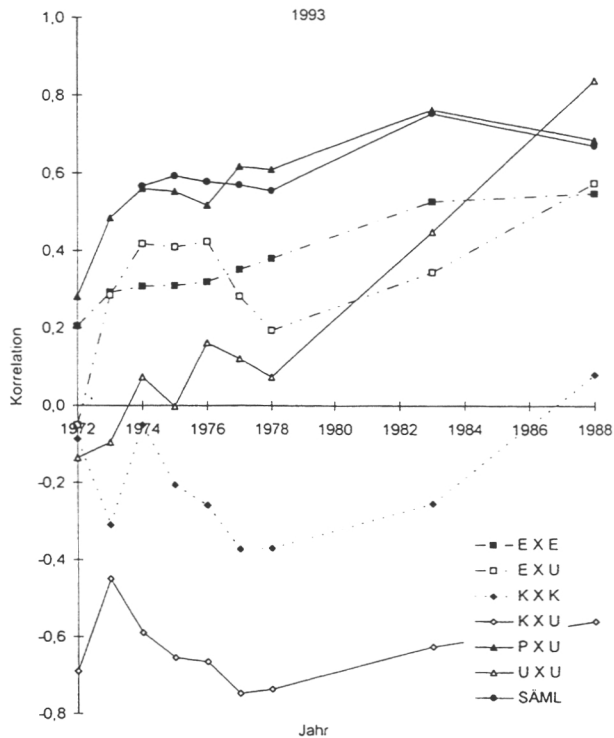
Das Jahr 1978 zeigt ein sehr ähnliches Bild wie zuvor, aber bei den mitteleuropäischen verschlechtern sich die Werte 1974 - 1976 weiter. Die Korrelation 1978 -1977 ist bei allen Gruppen zwischen 0,9 und 1.

Nach 5 Jahren, 1983, fallen fast alle Werte. Mittelfinnland, KxK zeigt eine Verbesserung der Korrelation 83-72 vom 0,4 auf 0,8. Die Gruppe der Mitteleuropäer hat weiter etwas schlechtere Werte 1974 - 1976. Mit anderen Kurven verglichen, ist diese stark bis 0,2 "hängend", um wieder 1977 und 1978 0,7 und 0,8 zu zeigen.

Korrelationen nach weiteren 5 Jahren **1988** zeigen ein leichtes Absinken der Werte bei den meisten Gruppen. Auffallend ist, dass die Sämlingsgruppe nicht mehr eng bei 1 liegt, sondern zwischen 0,8 und 1,0 variiert, und dass die mitteleuropäische Gruppe eine Kurve zeigt, die 1975 den Wert -0,1 hat, und doch 1983 0,6 erreicht, obwohl der Winter 1986 - 1987 extrem kalt in Ostfinnland war.

Von **1993** bis 1972 zurückgerechnete Korrelationen weisen ein von anderen Messjahren total abweichendes Bild auf. Das gesamte Korrelationsniveau ist gesunken. Es scheint der kalte Winter 1986-1987 erst jetzt in den Ergebnissen hervor zu kommen. Die Sämlingsgruppe variiert zwischen 0,6 und 0,7. Fast gleich hoch kommt PxU, Nordfinnland mal Mitteleuropa. Unterhalb von diesen bleiben die Südfinnischen und Südfinnland mal Mitteleuropa von 0 bis 0,4. Extrem niedrige, negative Korrelationswerte zeigen Mittelfinnland um -0,2, und Mittelfinnland mal Mitteleuropa, KxU, um -0,6. Ganz von früheren Jahren abweichend ist die Gruppe Mitteleuropa, UxU. Sie beginnt bei -0,1 1972, aber steigt ab 0,1 1978 auf 0,8 1988.

Diese Korrelationswerte und deren Änderungen stellen die Baumhöhenänderungen der Herkunftsgruppen zwischen den Jahren dar. Diese Werte geben ein deutlicheres Bild der Entwicklungsänderungen zwischen den Herkunftsgruppen als die Baumhöhenentwicklungskurven oder die statistischen Tests. Die Abbildung 4 vom 1993 zeigt deutlich, dass während der letzten Jahren eine tiefgreifende Änderungen zwischen den Herkunftsgruppen geschehen ist, und dass lange Beobachtungszeiten bei bestimmten ausländischer Tests notwendig sind.



**Abbildung 4.** Korrelation der Gruppenmittelhöhen des Jahres 1993 mit den früheren Jahren.

Mit den Korrelationswerten der Herkunftsgruppen wurde untersucht, wie eine geographische Gruppe sich während den Jahren verhält und wie die einzelnen Gruppen unter sich unterschiedliche Jahre im Jugendstadium überstehen. Die Ergebnisse mit einer kurzen Beobachtungszeit haben gezeigt, dass bei den Herkünften die weit aus ihren autochtonen Orten gepflanzt sind, nach einem guten Anfang in späteren Jahren unter anderem Klimaniederlagen erleiden können.

Mit den Korrelationsdarstellungen hat man zeigen können, dass einige der Herkunftsgruppen sich einheitlich und konsequent durch die Jahre verhalten, aber bei einigen Provenienzen grosse Abweichungen zwischen den Jahren innerhalb der Gruppe aufweisen.

### 3.2.3 Die Rangkorrelation der Herkunftsgruppen 1972 - 1993

Um die Korrelationswerte nach Rangordnungen zu untersuchen und um das Verhalten einzelner Herkunftsgruppen klarer darzustellen, wurden Rangkorrelationen zwischen den Jahren 1972 - 1993 gerechnet.

Nach Spearmans Rangkorrelationskoeffizienten gerechneten Werte für Herkunftsgruppen wurden über alle Messjahre mit früheren Messungen der Gruppen verglichen. Die Rang-korrelationswerte der Herkunftsgruppen wurden aus Grössenrangfolgen der Pflanzhöhen berechnet und in Abbildungen dargestellt.

Die Grösse des jährlichen Zuwachses der Herkünfte alleine bestimmt nicht die Rangfolgen-änderungen. Schon ein kleiner Unterschiedänderung in der Höhe zwischen den Herkunftsgruppen kann die Rangordnung und dessen Korrelationswert ändern. Die Rangkorrelation zwischen den Messjahren reagiert sensibler auf Zuwachsunterschiede als die entsprechende Korrelations-rechnung

Die erste Rangkorrelationsrechnung ist zwischen **1973** und 1972. Sie stellt die Werte der beiden Baumschuljahre dar. Eine niedrige Rangkorrelation von 0,3 zeigt die Gruppe KxK aus Mittelfinnland. Unter 0,5 bleibt auch ExU, Südfinnland mal Mitteleuropa, und KxU, Mittelfinnland mal Mitteleuropa steigt über 0,5. Gleiche Höhe von über 0,8 erreichen ExE, Südfinnland, PxU, Nordfinnland mal Mitteleuropa und UxU, Mitteleuropa. (Anhang 8).

Die Rangkorrelationen zwischen **1974** und 1972 geben ein anderes Bild als das vorige Jahr. Der hohe Wert der Mitteleuropäer ist auf 0,3 gesunken und bleibt auch auf dieser niedrigen Ebene 1973. Alle anderen Gruppen behalten 1972 die Stellungen, um 1973 deutlich auf 0,8 bis 0,9 anzusteigen, wie es mit den nacheinander folgenden Jahren üblich ist.

Die Rangkorrelationen 1972 - 1973 sind mit **1975** weitgehend wie im Vorjahr, nur KxU, Mittelfinnland mal Mitteleuropa nimmt eine horizontale Ebene bei 0,8 und UxU, Mitteleuropa steigt zu allen anderen Gruppen zwische 0,9 und 1,0. Die Gruppe der Kontrollsämlinge nimmt den Platz nahe 1.

Im Jahre **1976** fangen die Jahre 1972 und -73 an etwas niedrigere Werte zu zeigen. Die horizontale Linie der KxU sinkt 1973 und -74 auf 0,5 herunter, aber 1975 sind alle Gruppen zwischen 0,8 und 1,0.

**1977** zeigt weiter einen Rückgang mit den Werten für die ersten Jahre. Die niedrigen Werte der KxU haben sich ab 1975 deutlich erholt, aber UxU, Mitteleuropa sinkt unter



0,5 bis 1975, und erreicht 0,7 im nächsten Jahr. Ausser UxU sind alle anderen Gruppen wieder etwa zwischen 0,9 und 1,0 (Anhang 9).

Das Jahr 1978 bringt keine bedeutenden Änderungen zu den Rangkorrelationswerten der einzelnen Gruppen ausser UxU, was 1974 bis 0,2 sinkt, dann 0,3 und 0,5 erreicht um 1977 bei allen anderen wieder zwischen 0,9 und 1,0 zu liegen..

Fünf Jahre später, 1983, sind die Jahreskurven weiter auseinander, und vor allem die früheren Jahre zeigen weiterhin niedrigere Werte.

Auffallend ist die Gruppe der Kontrollen, die 1978 fast durchgehend bei 0,8 lag, und jetzt wieder 1974 - 1976 bei 1 liegt, um 0,9 1977 und 0,8 1978 zu zeigen. Die Jahreswerte von UxU sinken weiter, um 1974 und 1975 nahe null zu liegen, und auch später unterhalb der anderen Gruppen zu bleiben. Die Gruppe KxU, Mittelfinnland bleibt auf einem hohen Niveau um in den letzten Jahren etwas herunter zu kommen.

Der kalte Winter 1986 -1987 ändert das Gesamtbild der Rangkorrelationen des Jahres 1988 wenig. Fast alle Gruppen bekommen höhere Werte als im Vorjahr. Auffallend ist, dass die Mitteleuropäer bis 1975 etwa ein zehntel schlechtere Werte bekommen, und 1974 und 1975 sogar -0,1 erreichen, aber dann steil in die höhere Werte bis über 0,8 steigen. Die Gruppe ExU, Südfinnland mal Mitteleuropa geht gleichmässig etwas zurück, und KxK, Mittelfinnland, von recht hohen Werten der vorigen Jahre bedeutend.

Fünf Jahre später ist das Gesamtbild stark verändert. Im 1993 (Abbildung 5) übersteigt keine Gruppe 0,8. Hohe Rangkorrelationswerte zeigt die Gruppe der Kontrollsämlinge, doch 1978 bis 0,5 heruntergehend. PxU, Nordfinnland mal Mitteleuropa ist ab 1977 bei 0,6 und 0,7 den Kontrollen am nächsten, aber die früheren Jahre bleiben zwischen 0,2 und 0,5.

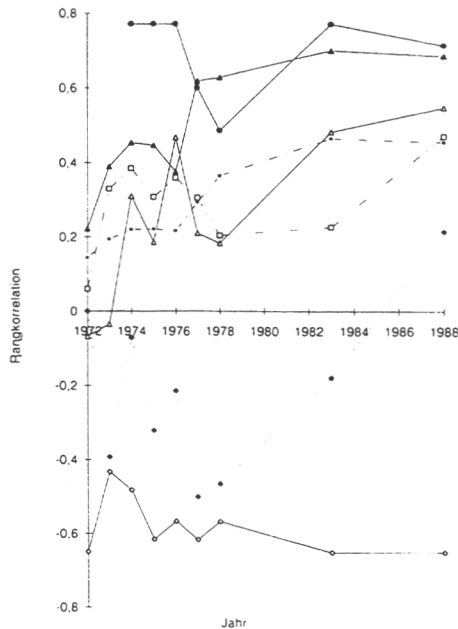


Abbildung 5. Die Rangkorrelationen der Gruppenmittelhöhen zwischen 1993 und den früheren Jahren.

Die Gruppen, Mitteleuropa, UxU, Südfinnland mal Mitteleuropa, ExU und Südfinnland, ExE, liegen durchgehend zwischen 0,1 und 0,5 mit leicht ansteigenden Trend. Dabei hat UxU die zwei ersten Werte negativ. Überraschend sind zwei Gruppen stark auf negative Rangkorrelationswerte gesunken. Die Gruppe KxU, Mittelfinnland, das in früheren Jahren mässig gute Werte zeigte ist auf die Ebene von -0,6 herunter. Dem üblichen Bild gegenüber zeigen auch die letzten Jahre keine höheren Rangwerte. Die Gruppe Mittelfinnland, die 1988 schon niedrigere Werte zeigte, liegt jetzt zwischen 0 und -0,5, doch im letzten Jahr, 1988 auf +0,2 zu steigen. Das gesamte Bild der Rangkorrelationsergebnisse hat gleiche Züge wie bei den Ergebnissen der Korrelationen zwischen den Messjahren bei den Herkunftgruppen. Die Variation der Werte ist bei Rangkorrelation jedoch wesentlich stärker.

### 3.3 Phänologie

#### 3.3.1 Knospenaustrieb

Die Knospenphänologie des Klonmaterials ist der Höhenentwicklung ähnlich. In der Baumschule sind Unterschiede deutlich aber im Feld zeigen Varianzanalysen keine signifikanten Unterschiede.

Die Ergebnisse von den Baumschulbeobachtungen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, was auch bei verschiedenen Herkunftten normal ist. Doch 1975 im Versuchsfeld sind die Austriebunterschiede so klein, dass signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen nicht vorkommen. Eine Erklärung zu diesem Ergebnis dürfte der Pflanzschock und die unterschiedlichen Temperatursummenkurven der zwei Jahren sein.

#### Varianzanalyse des Knospenaustreibens 1973

Art	FG	SQ	s <sup>2</sup>	F	P
Zwischen Gruppen	11	22,80	2,07	3,21	0,001
Innerhalb Gruppen	180	116,25	0,65		
Insgesamt	191	139,05			

#### Varianzanalyse des Knospenaustreibens 1975

Art	FG	SQ	s <sup>2</sup>	F	P
Zwischen Gruppen	11	3,65	0,33	0,48	0,47
Innerhalb Gruppen	204	141,05	0,69		
Insgesamt	215	144,70			

Wenn die Unterschiede zwischen den Gruppen gering bleiben, zeigt sich bei dem gesamten Klonmaterial eine deutliche Abhängigkeit der Austreibegeschwindigkeit von der Entwicklung der Temperatursumme.

Wenn man das Erreichen der Austriebklassen an den genannten zwei Jahren betrachtet (Tabelle 6), ist das Beenden der Winterruhe, Austriebklasse 2, mit 4 Tagen Unterschied. Die eigentliche Knospenöffnung, Austriebklasse 3, geschieht mit einem Abstand von 4 Tagen.

*Tabelle 6. Knospenaustriebklassen 1973 und 1975*

Klasse	Beobachtungsdatum		Temperatursumme	
	1973	1975	1973	1975
1	Winterzustand	Winterzustand	Winterzustand	Winterzustand
2	28.5.	24.5.	134,10	212,70
3	2.6.	6.6.	192,30	248,40

Die Geschwindigkeit des Knospenaustriebs scheint nach diesen Beobachtungen deutlich davon abzuhängen, wie steil die Temperatursumme des Jahres ansteigt (Anhang 10). Doch die erste Phase nach der Winterruhe, Klasse 2, scheint abhängig von der Temperaturentwicklung zu sein. Es waren an diesen Jahren 4 Tage Unterschied auf deutlich verschiedenen Ebenen der Temperatursumme.

Die nächste Phase, Klasse 3, was auch das eigentliche Öffnen der Knospen darstellt, ist nicht durch hohe Temperatursummen beeinflusst, sondern hängt davon ab, wie schnell die Temperatursumme zunimmt.

Die Jahreskurve 1973 steigt zuerst langsam an. Die Klasse 2 wird bei gut steigenden Werten auf 134 Einheiten erreicht. Weil der steigende Trend der Kurve anhält, geschieht das Knospenöffnen schon 6 Tage später auf. Es ist deutlich zu sehen, wie 1975 die Klasse 2, zwar auf einer Ebene von mehr als 100 Einheiten höher als 1973, erst nach 14 Tagen von der Klasse 3 gefolgt wird.

Der Unterschied 1973 zwischen den Austriebklassen 2 und 3 war, ausgedrückt in Temperatursummen wert, 58,20 Einheiten und 6 Tage aber 1975 35,70 Einheiten und 14 Tage.

### 3.3.2 Wachstumsabschluss

Der Wachstumsabschluss der einzelnen Klone in der Baumschule gab die erwartete Information, dass es hochsignifikante Unterschiede zwischen den Klonen, wie auch zwischen den Blöcken gab.

Varianzanalyse des Wachstumsabschlusses der Klonherkünfte 1973 in Arcsin gerechnet.

Art	FG	SQ	s <sup>2</sup>	F	P
Klon	117	32,24	0,28	7,03	0,0001
Block	4	1,10	0,28	7,04	0,0001

Der Wachstumsabschluss zeigte auch keine Korrelation mit den Höhenwerten von 1972 bis 1993, ausser in dem Jahr der Beobachtung 1973.

**Tabelle 7.** Korrelation zwischen dem Wachstumsabschluss (WA) 1973 und der Baumhöhe 1973 bis 1993 (Korrelation, Signifikanz, n).

	H-72	H-73	H-74	H-75	H-76	H-77	H-78	H-83	H-88	H93
WA	-0,03	-0,24	0,13	0,10	0,13	0,03	-0,005	-0,22	0,06	0,08
Sign.	0,76	0,009	0,16	0,03	0,18	0,77	0,96	0,81	0,52	0,40
N	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118

### 3.3.3 Spätfrostbeschädigung 1975

Ein ungewöhnlich starker Spätfrost am Anfang der Vegetationsperiode 1975 in Imatra liess deutliche Farbänderungen und Schäden an das Versuchsmaterial.

Diese optisch auffallende Verfärbung gab doch deutliche Unterschiede innerhalb des Versuches

#### Varianzanalyse mit Arc sin transformierten Werten des Spätfrostschadens 1975

Art	FG	SQ	s <sup>2</sup>	F	P
Klone	124	262947,37	2120,54	4,63	0,0001
Blöcke	19	526544,45	27712,87	60,53	0,0001
Fehler	2356	1078667,52	457,84		
Insgesamt		1868159,34			

Es ist deutlich zu sehen, dass hoch gesicherte Unterschiede zwischen den verschiedenen Klonen und Blöcken vorkommen.

Die Schäden konzentrierten sich doch zu den Blöcken, die am tiefsten lagen. Der Höhenunterschied im Versuch ist nur 5m. Der Beschädigungsgrad des Blocks auf der Karte ist in Prozent ausgedrückt (Anhang 11).

Ein Tukey-Test mit Klone und Sämlinge zeigte doch, dass nur 19 Herkünfte aus 125, die gesichert abweichende Schäden aufwiesen, aber innerhalb von diesen kein deutlicher Trend nach der Herkunft zu sehen ist (Tabelle 8). Unter diesen genannten Herkünften waren keine Sämlinge vertreten. Am schlimmsten beschädigt war Klon Nr. 196, (Loppi, Südfinnland x Lettland / Punkaharju) mit Beschädigungsgrad 60,40 %. Die nächsten Herkünfte waren Klone 19 (Loppi, S-Finnland), 176 (Kajaani x Estland/Punkaharju), 59 (Loppi), 137 und 138 (Deutschland; Sachsen), 27 (Loppi x Pöytyä; S-Finnland).

**Tabelle 8.** Spätfrostbeschädigung 1975. Die Liste (Auszug) der Empfindlichsten Herkünfte nach Tukey-Test geordnet. Die Genaue Herkunftbeschreibung im Anhang Nr. 1, (P = in Punkaharju).

Herkunft	Herk. Nr.	Beschädigung %	Lfd. Nr.	Signifikante Differenzen (5%) ab lfd Nr.
Loppi x Lettland P	196	60,40	1	48
Loppi x Lettland P	19	47,84	2	83
Kajaani P x Estland P	176	46,54	3	85
Loppi	59	44,77	4	90
Deutschland, Sachsen	137	44,77	5	90
Deutschland, Sachsen	138	43,47	6	99
Loppi x Pöytyä	27	42,17	7	105
Pieksämäki x Deutschland P	101	42,17	8	105
Loppi	29	41,79	9	108
Lohja x Deutschland P	98	37,06	10	111
Jokioinen	53	37,06	11	111
Czech Rep.	94	34,55	12	117
Pieksämäki x Deutschland P	99	33,31	13	119
Czech Rep.	96	32,08	14	121
Miehikkälä	25	31,29	15	122
Loppi	30	29,66	16	124
Miehikkälä	6	29,66	17	124
Pieksämäki	139	28,47	18	124
Pöytyä	127	27,71	19	125
Miehikkälä x Deutschland P	113	27,71	20	125
Pieksämäki x Estland P	104	27,30	21	125
Muurame x Lettland P	116	27,30	22	125
Loppi x Estland P	115	27,30	23	125
Czech Rep.	97	27,30	24	125
Pieksämäki x Estland P	105	26,14	25	125
Pornainen	22	26,14	26	125
.	.	.	27	
.	.	.	.	
.	.	.	.	
.	.	.	125	

## 4 Diskussion der Ergebnisse

Dieser Versuch gehört zu den grossen Fichtenklonversuchen, die in Skandinavien am Anfang der achziger Jahren gegründet wurden.

In jener Zeit war die Entwicklung in der Anwendung der Fichtenklone für die Forstwirtschaft schon weit fortgeschritten (Kleinschmit R. 1961), auch war sie zur Praxisreife mit Klonaufforstungen gebracht und mit intensiven Selektionsprogrammen fortgesetzt (Kleinschmit J. et al. 1973) und (Kleinschmit J. 1993).

In dieser Arbeit wurde es versucht, mit einem der grössten und ältesten Fichtenklonmaterialien Finnlands, um während einer längeren Zeit, herauszufinden, ob die Fichtenklone besserwüchsig als die Sämlinge, sind, und wie lange man in finnischen Klimaverhältnissen das Klonmaterial testen sollte, um die Risiken des Auswahles zu verringern. Die Höhenentwicklung wurde auch mit den Höhenwerten des Heikinheimo-Provenienzversuches (1926) und mit den Höhentabellen für Südfinnland verglichen.

Eine wissenschaftliche Belastung dieses Versuches besteht in den Auswahlmethoden der Klonherkünfte.

Die Stiftung für Forstpflanzenzüchtung hatte eine Dokumentation der Herkünfte, die den Regeln des Forstgenetischen Registers des Finnischen Forstlichen Forschungsanstaltes folgte, doch über das Kreuzungs- und Auswahlprogramm des für die Klonproduktion gedachten Materials gab es nur mündliche Informationen. Die ca. 180 Ortets der Stecklinge für das Klontestprogramm stammten aus den sog. "Schnell-Frühtests", und die besten Individuen daraus, die eine 100 prozentige Bewurzelungsvermögen erreicht hatten, wurden für weitere Tests und zu der Massenvermehrung gewählt. Diese Schnellteste sollten ursprünglich für die Massenvermehrung ausreichen. Das hätte wahrscheinlich in grosse Produktionskosten ohne bedeutende genetische Gewinne geführt. Die Herkunftsliste im Anhang (Nr. 1) gibt einen umfangreichen Ausschnitt der Herkünfte aus diesem Frühtestprogramm.

Dieser Versuch 0560/1 wurde aus genanntem, im Winter 1972 gesteckten, Klonmaterial in dem Versuchsgewächshaus gestartet und dokumentiert. Die Ergebnisse des Versuches über die Baumhöhenentwicklung deuten daraufhin, was man mit teilweise kleineren Materialien in Dänemark und Schweden bekommen hat, dass die Vergleichssämlinge nicht besser als die Stecklinge in der Höhenentwicklung waren (Roulund et al. 1985, und Gemmel et al. 1991). Nach 20 Jahren, in Imatra 1993, unterschieden sich die Kontrollssämlinge nicht signifikant von den Klonherkünften, mit der Ausnahme der zurückgebliebenen Mitteleuropäern.

Die erwartete Variation zwischen den verschiedenen Herkünften ist nach der Baumschulzeit bis 1993 kleiner als erwartet worden, ist aber noch plausibel anzusehen.

Die Höhenentwicklung dieses Versuches ist im Durchschnitt gut für die finnischen Verhältnisse. Die Mittelhöhe des Versuches liegt mit 20 Jahren direkt auf der Höhenbonitetskurve (Vuokila & Väliaho 1980) der Fichte für herrschende Bäume. Diese Tabelle ist für Bestände in Südfinnland auf dem besten Oxalis-Myrtillus Bodentyp. Also der Versuchsmittel entspricht die Höhe der herrschenden Bäume im Wald.

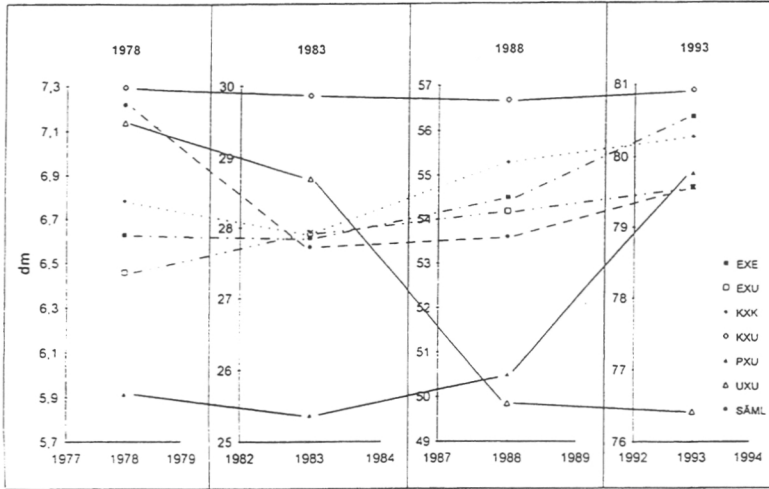


Abbildung 6. Die relative Rangänderung der Herkunftsgruppen 1972 - 1993.

Verglichen zu dem Heikinheimo- Provenienzversuch in Punkaharju (Heikinheimo 1949) im entsprechenden Alter, ist dieser Versuch 0560/1 in Imatra bedeutend besser gewachsen (Anhang 12). Laut Heikinheimo ist der Paralellversuch des Punkaharju-versuches in Ruotsinkylä bei Helsinki noch schlechter gewachsen.

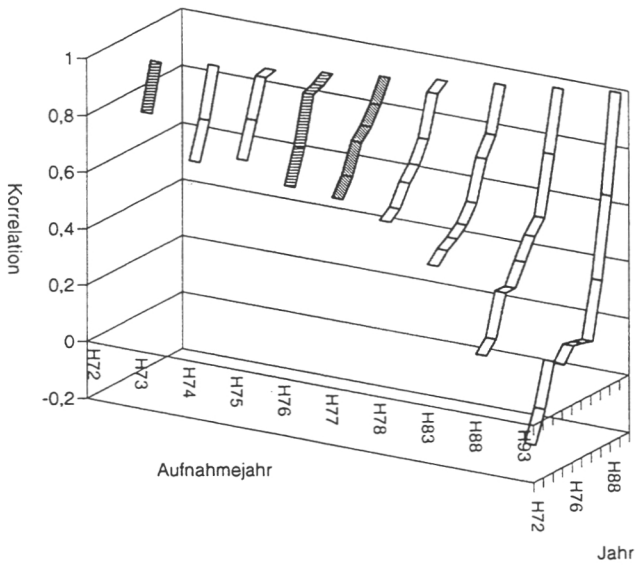
Der gute Zuwachs des Versuches erklärt nicht die kleine Variation zwischen den Klongruppen. Diese Resultate nur hinsichtlich der Höhenentwicklung berechtigen nicht zu einem Frühtest in den ersten Jahren. Sie haben gezeigt, dass es unerwartete Überraschungen vorkommen können. Die rasche Entwicklung in der Baumschule wurde im Feld gestoppt. Später haben kalte Winter die Ergebnisse noch nach 20 Jahren deutlich geändert (Abbildung 6). Wenn eine Auswahl der Herkünfte 1978, also 5 Jahre nach dem Stecken, geschehen wäre, wären auch die später zurückgebliebenen mitteleuropäischen Herkünfte und die mittelmässig später gewachsenen Sämlinge mitgewählt worden.

An Stelle des "Götterblicks", und der kurzen "Schnellfrühtests" müssen gut geplante Selektions- und Testprogramme gestellt sein, um qualitativ hochwertiges Stecklingsmaterial für die Forstwirtschaft zu liefern.

Für die Praxis und auch für die Forschung ist es wichtig herauszufinden, wie lange Zeit es notwendig ist um, mit einer genügenden Wahrscheinlichkeit, die Klone in eine Rangfolge nach der Wüchsigkeit und Klimaresistenz zu stellen.

Die Korrelationswerte (Tabelle 5), zwischen den zehn Messungen während 21 Jahren beim gesamten Material, verlaufen in den ersten Jahren recht "normal". Die Korrelationswerte der ersten Jahre beginnen von hohen Werten mit gleichwertigem Abfallen. Die Wirkung der Auspflanzung ist jedoch zu sehen. Man könnte weiter eine stabile Entwicklung des Versuches erwarten, aber die kalten Winter der neunziger Jahren haben die Entwicklung der Korrelationswerte dramatisch geändert. Das Gesamtbild der





**Abbildung 7.** Korrelationsänderungen des gesamten Materials 1972-1993.

ersten 7 Jahre zeigt eine gleichmässige Entwicklung mit abnehmenden Korrelationswerten wie es auch zu erwarten ist. Die genannte Periode ist doch die Zeit des langsamen Anwachsens. Während der letzten 5 Jahren hat es im Versuch bedeutende Änderungen gegeben. Die Werte der letzten Messung 1993 zeigen einen sehr schroffen Abfall der Korrelationswerte von 0,66 bis auf -0.08. Die breite Abstammung der Herkünfte erklärt teilweise die genannten Werte (Abbildung 7).

Ein Frühtest auf Zuwachs enthält Risiken da die Aussagen häufig widersprüchlich sind. Bei der Auswahl der Fichtenklone und der Sämlinge nach den Wachstumskriterien, sollte die Sicherheit der Frühtests zuerst untersucht werden. Mit Frühtesten und anderen kurzzeitigen Versuchen will man in möglichst kurzer Zeit eine Aussage über das zukünftige Verhalten des beobachteten Materials zu bekommen.

Nur die Phänologischen Beobachtungen der Austreibereihenfolge und des Beenden der Höhenwachstum der Fichte zeigen beständige Werte für die Zukunft. Dieze und Racz (1973) beschreiben jedoch Verschiebungen bei den sog. Mittelaustreibern. Die Umweltbedingungen und die Frühjahrswitterung haben einen wesentlichen Einfluss auf das phänologische Verhalten (Schmidt-Vogt 1977). Auf der Provenienz- und Nachkommenchaftsniveau soll ein Frühtest auf die Austreibzeit und auch auf den Zuwachs hoch gehalten werden (Nanson 1987). Die Ergebnisse des Austreibens der Knospen in Haapastensyrjä und Imatra zeigten deutlich, dass die kumulierende Temperatursumme nicht alleine ausschlaggebend ist, sondern die interne Steuerung, wahrscheinlich durch u.a. die Nachtlänge, den Austriebstermin bestimmt. Bei Anthesisbeobachtungen der Fichte schien das Kalenderdatum genauer, als die Temperatursumme den erwarteten Zeitpunkt zu erklären (Luomajoki 1993).

Ein Frühtest auf das Höhenwachstum ist also umstritten. Sind die wüchsigsten Pflanzen der Baumschulphase die Besten auch in der Zukunft? Wünscht man sich eine schnellwüchsige Pflanze für die Kulturflächenrisiken der ersten Jahre, oder soll sie überlegen auch noch im hohen Alter bleiben? Für die ersten Jahre findet man oft eine deutliche Differenzierung auf Schnell- und Langsamwüchsigkeit (Fröhlich 1966).

Jugend-Alters-Korrelationen auf den Höhenzuwachs bei mehreren Nadelbaumarten hat Lambeth (1980) untersucht. Er hat mit Hilfe von der Literatur Korrelationsmaterial anderer Forscher zusammengestellt und bearbeitet um herauszufinden, ob die vorliegenden Ergebnisse etwas über die Sicherheit der Aussage der Alter-Alters-Korrelationen sagt. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Alter-Alters-Korrelationen, ausgeschlossen die ein bis drei ersten Baumschuljahre, mit von ihm entwickelten Regressionsgleichung, mit akzeptabler Sicherheit kalkulierbar seien. Er rechnete für diese amerikanische Nadelbaumarten optimale Frühtestalter für einige verschiedene Umtriebszeiten. Nach sechs Jahren auf 30 Jahre Umtriebszeit und nach acht Jahren auf 40 Jahre sind die Frühtests ausreichend sicher. Leider waren in seinen Untersuchungen keine europäische Nadelbaumarten vertreten. Lambeth erwähnt auch als eine mündliche Information von R. Stonecypher, dass die genetischen Tests von Weyerhaeuser bis auf 16 Jahren keine negative genetische Korrelationen bis in den Kronenschluss zeigten.

Die Ergebnisse von Lambeth können nicht auf den Baumart Fichte und nicht auf nordische Verhältnisse speziell verallgemeinert werden, doch mathematisch und sind die Ergebnisse von Bedeutung und häufig zitiert. Zu erwarten ist auch, dass die in Europa vorkommenden Nadelbaumarten nicht gross von der Richtung der Ergebnissen Lambeths abweichen dürften, nur sind unsere Umtriebszeiten normalerweise zwischen 70 und 120 Jahren.

Es gibt wenig Untersuchungen der Jugend-Alters-Korrelationen des Zuwachses mit grossen Klonmaterialien der Fichte (Nanson 1987). Versuche von dieser Art in den nordischen Ländern kommen erst jetzt in ein Alter, dass man ausreichend sichere Schlüsse über die Ergebnisse zu machen vermag. Werner et al. (1984) haben in Schweden bei dem Klonvergleich zwischen Fichtenkreuzungen und ausländischen Provenienzen die Höhenentwicklung des ersten Baumschuljahres mit einigen anderen Eigenschaften später untersucht. Sie sind der Auffassung, dass die Auswahl nach der Pflanzhöhe im Alter von einem Jahr zu früh ist, und empfehlen den Pflanzenalter von sechs bzw. acht Jahren. Roulund et al (1985) haben gezeigt, dass die Fichtenklone während einer relativ kurzen Zeitspanne schneller als die Vergleichssämlinge wachsen.

In Dänemark hat ein Versuch mit 7 Fichtenklonen hohe Korrelationen zwischen dem dritten und zehnten Jahr errechnet, aber in einem anderen Versuch mit grösseren Klonmengen sind die Korrelationen niedrig geblieben (Roulund 1987). Mit einem kleinen Klon und Sämlings-material an mehreren Orten in Südschweden haben Gemmel et al. (1991) nach acht Jahren eine deutliche Überlegenheit der Fichtenklone nachweisen können. Auch Karlsson (1993) erwähnt aus dem schwedischen Klonprogramm etwa 15 % im Alter von 6-9 Jahren als Überlegenheit der Klone.

Hühn und Kleinschmit (1986) berichten, dass bei der Fichte nach dem Alter von 12 Jahren vermindern sich die Rangordnungsänderungen, und bei Einzelklonen die Korrelation zwischen 3 und 12 Jahren auf 0,30 bleibt. Sie nehmen aber nicht Stellung zu der Frage des optimalen Zeitpunktes für die Auswahl.

In der Serienvermehrung der Stecklingsklone, auch nach mehreren Phasen, sind die Stecklinge den Sämlingen gegenüber besser in der gesamten Trockensubstanzproduktion. Erst in der sechsten Phase fielen die mittleren Höhenwerte der Klone nahe (91,4 %) der Werte der Kontrollsämlinge (Dekker-Robertson und Kleinschmit 1991).

Kleinschmit J. und Svolba J. (1991) bieten eine qualitativ und quantitativ gesteigerte Alternative für Fichtensamenplantagen durch ein intensives Selektionsprogramm mit der angeschlossenen vegetativen Serienvermehrung. Der anschliessende grosse Versuch mit etwa 1200 Klonen und Sämlingsstandards zeigt nach 17 Jahren, ausgeschlossen die

fremden skandinavischen Herkünfte, eine Überlegenheit im Höhenwachstum von 9 %. Diese Arbeit verspricht gute Selektionsgewinne mit grossen Klonmischungen.

Wie lange getestet werden muss, kann durch diese Resultate nicht auf das Jahr genau gesagt werden. Aus den Ergebnissen war zu sehen, dass keine der Klongruppen signifikant besser als die anderen war, ausser den Mitteleuropäern, die von anderen negativ ausschieden, was zu der Schlussfolgerung führt, dass an der Stelle der Einzelklonteste eine Individuenauswahl z.B. aus der "Bulkvermehrung" Vorteile bringen könnte, wenn die Herkünfte nicht zu weit aus dem Süden oder Norden kommen.

Es ist deutlich zu sehen, dass es in Finnland für die Herkünfte vor allem aus den Fernkreuzungen und für die aus extremen Höhenlagen keinen raschen Weg durch Frühstests gibt, sondern das möglicherweise auch die in diesem Versuch erreichten Testzeiten überschritten werden müssen.

Bieten Fichtenklone eine Möglichkeit für die finnische Forstwirtschaft? Diese Frage ist in den Rahmen der jetzigen Situation in den finnischen Wäldern, der heutigen Forstpolitik und der Umweltsituation in Finnland als ein Teil des europäischen Wirtschaftswaldes und Ökosystems zu stellen.

Die genetische Verarmung ist die am meisten befürchtete Gefahr mit ihren Folgeerscheinungen, die man bei den Klonwäldern befürchtet. Wenn man vor-geschriebene oder sonst ausreichende Mengen der Klonherkünfte in Klongemisch hat, kann die genotypische Diversität bei dem Klongemisch sogar höher als bei manchen Sämlingsherkünften oder Samenplantagen sein (Svolba 1990).

Die Natürliche Verjüngung ist ein Schlagwort, was heute jeder in der Waldpflege-diskussion für selbstverständlich hält. Der Kahlschlag und die Aufforstung mit den gezüchteten Pflanzen gilt als naturfremd und verarmend. Die Kritiker der Forstwirtschaft wollen erhalten. "Alte Wälder müssen unter Schutz gestellt werden um die genetische Vielfalt der Bäume, und das Ökosystem solcher Wälder aufzubewahren". Dasselbe gilt für die Erweiterung der Naturschutzgebiete. Der Gedanke des Erhaltens ist auch im Widerstand gegen die Verwendung ausländischer Baumarten oder Herkünfte oder der Klone aus Gewebekulturen und Stecklingen ersichtlich.

Die Angst vor der genetischen Verarmung der Wälder, oder der Verengung der genetischen Variation der Waldbäume beruht auf dem Missverständnis vieler Menschen, dass die genetische Variation ein fixer und endgültiger Zustand sei, und alle jetzigen Gene zu erhalten seien. Die heutige genetische Situation eines Bestandes ist nicht fix und haltbar. Die genetische Umformung geschieht die ganze Zeit. "Das einzige, was sicher ist, ist der ständige Wechsel" (Namkoong 1994).

In vielen Ländern ist auch die forstliche Gesetzgebung in der Angst vor der genetischen Verarmung und dem Verlust der Artenvielfalt auf die Erhaltung orientiert. In Deutschland wurden gleichzeitig mit Beginn der ausgedehnten Klonversuchen auch die Risiken und deren Vermeidung, und die Aufrechterhaltung der Genressourcen studiert und diskutiert (Kleinschmit 1979).

Die nationalen Forstgesetze in einigen europäischen Ländern haben diese Gefahren berücksichtigt und u.a. Klonmischungen für die Klonkulturen vorgeschrieben. Vor grossflächige Klonaufforstungen müssen die Gesetze und die Regeln für Klonbetrieb festgelegt sein um die genotypische Diversität zu pflegen und um die langfristige wirtschaftliche Planung zu gewährleisten.

Die finnischen Gesetze für den Handel des forstlichen Vermehrungsmaterials stellen bestimmte, schon erwähnte, forderungen an die verschiedenen Klonsorten. Nach den

Ergebnissen dieses Versuches sollten in Finnland die langen Testzeiten vor allem für die südlichen Provenienzen und deren Kreuzungen in der C1-Klasse der getesteten Einzelklone notwendig sein.

Allein der Klonbetrieb und das Stecken veredeln noch nichts, sondern dahinter muss ein intensives Selektions und Testprogramm sein. Das muss noch dazu mit den ökologischen und ökonomischen Aspekten im Gleichgewicht sein.

Diese Arbeit untersuchte eine Mischung von 119 verschiedenen Klone und dient als Modell eines gemischten Klonbestandes mit einzelnen Klonen, die vor mehr als 20 Jahren nach nicht bekannten Kriterien aus einer grossen Menge der natürlich bestäubten Sämlinge, oder aus kontrollierten Kreuzungen, herausselektiert sind.

Die mitteleuropäischen Herkunft und die Provenienzkreuzungen der zweiten Generation in Finnland zeigen deutliche Unterschiede in der Zuwachsentwicklung. Die Gruppe, der Mitteleuropäer wachsen in der Baumschule sehr gut, und bleiben bis zu der Klimakatastrophe an der Spitze. Dagegen zeigen die Kreuzungen, die ihren ausländischen Partner aus dem Heikinheimo - Versuch aus Punkaharju haben und mit Süd-, Mittel- und Nordfinnland gekreuzt sind, eine bessere Anpassung an das finnische Klima. Die Wachstumsunterschiede sind auch zwischen diesen Gruppen deutlich. In Normalverhältnissen zeigt sich ein deutliches Süd- Nordgefälle in der Höhenentwicklung bis die kalten Winter in den neunziger Jahren alles deutlich ändern. Die echten Mitteleuropäer bleiben als die schlechteste Gruppe weit zurück und die süd- und mittel-finnischen Gruppen nehmen die Führung mit auffallend kleinen Unterschieden.

Die Ergebnisse dieses Versuches zeigten keine grossen Unterschiede zwischen dem umfangreichen Klonmaterial und den Sämlingsherkünften. Doch die grosse Variabilität der Fichte bietet gute Möglichkeiten den Züchtern und Pflanzgutproduzenten Züchtungsprogramme zu starten, die Erleichterung zu den permanenten Samenplantagenprobleme der Fichte bringen.

Schnellwachsende und spätreibende Klonpflanzen, gegenüber normal verwendeten Sämlingen, wären wichtig bei schwierigen Standorten. Wenn für diese dazu noch gute Jugend-Alter Testwerte zu zeigen wären, müsste die Fichten Klonproduktion auch in Finnland ganz neu überlegt werden.

Eines der wichtigsten Resultate ist, dass die Nachkommen der Provenienzkreuzungen mit mitteleuropäischen Anteilen intensive Forschung und lange Testzeiten benötigt. Ein gut geplantes Selektierungsprogramm, was die breite Variation der Fichte in die gewünschte Richtung steuert, ohne sie einzuengen ist eine gute Versicherung für die Waldbestände aus Klonmischungen. Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit mit der ausländischen Forschung sollte intensiviert werden, weil innerhalb der Europäischen Union das leichter ist.

Die bestehenden, teilweise schon alten, Provenienzversuche dienen als eine Basis für die Züchter. Klonversuche, die wissenschaftliche Kriterien einhalten, sollten geprüft werden, und die restlichen schlechten Versuche sollten aus dem Klonprogramm heraus.

Die Stecklingsklonproduktion der Fichte benötigt in Finnland ein intensives und straff organisiertes Auswahl- und Kreuzungsprogramm, nicht nur für die Fernkreuzungen, sondern für das gesamte Ausgangsmaterial, was für die Selektion in weiteren Klonteste dient. Auch die kleineren genetischen Gewinne können in diesem intensiven Kreuzungs-

und Selektionsprogramm ausgenutzt werden, wenn es eine klare Zielsetzung und eine ausreichende Zeitspanne hat.

Ein Ziel dieses Programmes muss, neben der Wachstumserhöhung und der Qualitätsverbesserung der Klone, die genügende Adaptierung v.a. bei den ausländischen Provenienzen sein. So wird es möglich auch die mangelhafte und unregemässige Saatgutproduktion der heutigen Fichtensamenplantagen zu kompensieren oder teilweise sogar zu ersetzen.

## 5 Zusammenfassung

Die wichtigsten Ergebnisse waren, zusammenfassend:

- Ein schneller Höhenenzuwachs der Stecklinsherkünfte in den ersten Jahren.
- Deutliche Grössenunterschiede zwischen den Klonherkünften am Anfang; später deutlich abnehmend.
- Verglichen zu Heikinheimo-Provenienzversuch besteht es eine Grössenüberlegenheit im Alter von 20 Jahren.
- Die Mittelhöhe dieses Versuches nach 21 Jahren war gleichgross wie an den Höhenbonitetstabellen der Fichte für Südfinnland für herrschende Bäume (Vuokila & Väliäho 1980).
- Die Korrelations- und Rangkorrelationsberechnungen geben ein Bild, wie das Material sich während des Versuches stabilisiert.
- In der Austriebphänologie waren die Unterschiede der Klonherkünfte in der Baumschulphase deutlich, aber im Feld kleiner geworden.
- Die kumulative Temperatursumme ist nicht allein massgebend in der Austriebgeschwindigkeit, sondern auch, die interne Steuerung spielt bei der Fichte eine bedeutende Rolle.
- Die Ergebnisse des Wachstumsabschlusses in der Baumschule zeigen keine Korrelation mit der Endhöhe nach 21 Jahren.
- Der Spätfrostschaden zeigte bei den Provenienzen keinen geographischen Trend.

Ein Fichtenklonversuch wurde während 21 Jahren beobachtet. Die ersten 8 Jahre jährlich und dann alle 5 Jahren. An jedem Beobachtungsjahr wurde die Baumhöhe, und am zweiten Jahr in der Baumschule und 2 Jahre später im Feld auch der Knospenaustrieb beobachtet. Das Beenden des Wachstums wurde einmal im Kamp aufgenommen. Im Alter von 4 Jahren wurde auch ein Spätfrostschaden des Versuches gemessen. Das Klonmaterial bestand aus einem Herkunftstest mit Südfinnischen und ausländischen Herkünften und mit verschiedenen Kreuzungen zwischen Süd- und Mittelfinnischen Herkünften, und mit Herkünften des sog. Heikinheimo Provenienzversuches (1926). Als Kontrolle dienten sechs südfinnische Sämlingsherkünfte.

Die Aufgabe dieses Versuches war herauszufinden, wie lange muss ein Klonversuch aus 119 verschiedenen Klone mit Kontrollherkünften getestet werden um eine sichere Aussage des Höhenwachstums zu bekommen, und zu sehen, wie die Entwicklung zu normalen Bestand und zu den Heikinheimo-Provenienzergebnissen in Punkaharju im entsprechendem Alter sich verhält. Neben der Höhenentwicklung wurden auch Beobachtungen der Phänologie des Austreibens, des Wachstumsabschlusses und der Spätfrostbeschädigung durchgeführt.

Am Ende der Baumschulzeit zwei Jahre nach der Bewurzelung waren zwischen den Klonherkunftgruppen signifikante Unterschiede in der Pflanzhöhe. Die deutlich beste Gruppe bestand aus den mitteleuropäischen Klonherkünften. Nach dem Auspflanzen ins Versuchsfeld in Imatra standen die Sämlingskontrollen an der Spitze der Rangordnung, weil sie zwei Jahre älter als das übrige Material waren und, weil die beste Klongruppe der Baumschulphase, die Mitteleuropäer, nach dem Auspflanzen die Gipfeltriebe durch den Frostrocknis verloren haben. Im Baumschulbeet, nach zwei Jahren, waren sie fast so gross wie die Gruppe der Sämlinge nach dem ersten Jahr im Feld. Während den ersten vier Jahren im Feld sind alle Herkunftgruppen langsam gewachsen, aber die Sämlinge haben doch in dieser Zeit ihren Vorsprung gegenüber andere Gruppen verloren. Ab 1978 wurden die Höhenmessungen alle fünf Jahre gemacht. Auffallend für das gesamte Material ab diesem Jahr ist, dass die Höhenunterschiede zwischen den Herkunftsgruppen

bis zu der letzten Messung 1993 klein bleiben. Am Ende scheidet sich nur die Gruppe der Mitteleuropäer signifikant negativ aus. Es sieht aus, dass die an den ungewöhnlich kalten Wintern der Messintervalle 1983-88 stark gelitten hat.

Das Ergebnis dieses Versuches ist, dass eine kurze Testzeit in der Baumschule nicht für die Selektion der besten Klone für die weitere Vermehrung auszureichen scheint. Es gibt Untersuchungen der internationalen Provenienzforschung und der Klonselektion, die aus den Ergebnissen dieses Versuches abweichen, und daraufhin deuten, dass dieses Material sich nicht den Erwartungen nach gewachsen ist. Es wurde auch untersucht, warum dieses Material trotz der als normal anzusehenden Anfangswerte der ersten Jahre so einheitlich gewachsen ist. Am Ende der Baumschulzeit waren die Unterschiede zwischen den Herkunftsgruppen noch deutlich. Doch klar geworden ist, dass man auf die Herkünfte, die getestet werden sollen, klare Kriterien des Anwendungsgebietes stellen soll.

Neben den Messergebnissen der Höhenentwicklung der Herkünfte wurden auch phänologische Aufnahmen der ersten Jahre ausgewertet und untersucht.

Die Knospen-austriebwerte in der Baumschulzeit zeigen in der Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen den Klongruppen. Zwei Jahre später im Feld, trotz eines wärmeren Frühlings als beim ersten Knospeninventur, waren die Phänologischen Werte ohne gesicherte Unterschiede.

Ergebnisse über das Beenden der Höhenwachstum 1973 in der Baumschule geben in der Varianzanalyse gesicherte Unterschiede zwischen den Klongruppen, aber diese Werte zeigen nicht eine Korrelation mit der späteren Höhenentwicklung der respektiven Gruppe.

Die einmal geführte Spätfrostschadenserhebung im Jahre 1975 gab als Ergebnis hochsignifikante Unterschiede zwischen den Blöcken und Herkünften, aber nach Tukeytest mit Parzellenmittelwerten weniger als 20 % der Klone gesichert beschädigt waren, und diese Schäden an einigen tief liegenden Blöcken sich konzentrierten. Sonst ist dieser Versuch nicht vom Frost bedeutend beschädigt. Das bedeutet, dass Spätfröste an das recht einheitliche Verhalten der Klone nicht viel Einfluss gehabt haben.

Warum hatte dieses Material anders als viele andere der Provenienz- und Klonprüfungen sich verhalten? Es hatte ab der Verschulung aus dem Bewurzungsraum eine dokumentierte Versuchsplanung und Überwachung gehabt. Es gibt auch keine Pflanzungsfehler oder bedeutende Fehler in der Numerierung der Versuchsmitglieder. Am Leben waren 1993 etwa 90 % der Pflanzen.

Die Auswahl von dieser Klone aus dem Herkunftstest und Bewurzelungstest ist nicht genau bekannt. Grosse Kreuzungsprogramme sollen Anwärter für die Selektion produziert haben. Beim zusammenstellen des Testprogrammes war das in Finnland adaptierte Heikinheimo Provenienzversuch stark vertreten.

Wenn Fichtenklone in Finnland als eine brauchbare Alternative für spezielle Standorte, und als eine Ergänzung für das hochwertige Pflanzmaterial der Fichtensamenplantagen für wichtig gehalten wird, muss die Entscheidung eines Fichtenklonprogrammes kommen.

Dieses Programm muss einen klaren und langfristigen Auswahl- und Züchtungsplan haben. Schon vorhandene brauchbare Klonmaterialien sollten ins Programm ein-gegliedert werden. Eine kommerzielle Produktion soll gleich anfangen, wenn die Versuchsergebnisse es zulassen.



## 6 Literatur

- Achterberg, H.H. 1959. Zur vegetativen Triebvermehrung einiger Forstgehölze. Forst und Jagd 2, 59-60.
- Ahuja, M.R., Libby, W.J. 1993. Clonal Forestry, Vol. I. Springer Verlag. 277 S.
- Ahuja, M.R., Libby, W.J. 1993. Clonal Forestry, Vol. II. Springer Verlag. 240 S.
- Bentzer, B.G. 1993. Strategies for Clonal Forestry with Norway Spruce. In: Clonal Forestry II. Ahuja M.R., Libby W.J. (Eds.), 120-138.
- Beuker, E. 1994. Long-term Effects of the Wood Production of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies*(L.) Karst. in Old Provenance Experiments. Scandinavian Journal of Forest Research 9, 34-45.
- Blomqvist, A. 1876. Några iakttagelser rörande fröbildningens periodicitet hos tallen och granen samt rörande ekorrens förekommande i Finland. Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica. 1, 47-54.
- Campbell, R. 1974. Conservation and Improvement of Genetic Resources in Norwegian Forests. An Evaluation. Norsk Institut for skogforskning 1432 Ås - NLH, Norge 1974.
- Carlowitz, H. C. von. 1713. Sylvicultura Oeconomica Verl. Johan Friedrich Braun, Leipzig. §10, 132.
- Chadvik, C. C. 1933. Studies in plantpropagation. Agricultural Exp. St. Publications. Cornell University. Ithaka, New York (571), 1-58.
- Dekker-Robertson, D.L. and Kleinschmit J. Serial propagation in Norway spruce: Results from later propagation cycles. *Silvae Genetica* 40, 5/6, 202-214.
- Fröhlich, H. J. 1957. Technische Einrichtungen Zur vegetativen Vermehrung von Waldbäumen. *Die Gartenbaumwissenschaften* 22, 288-296
- Fröhlich, H. J. 1959. Grundlagen und Voraussetzungen der autovegetativen Vermehrung. *Silvae Genetica* 8, 37-68.
- Fröhlich, H. J. 1961. Untersuchungen über das physiologische und morphologische Verhalten von Vegetativvermehrungen verschiedener Laub- und Nadelbaumarten. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 39-58.
- Fröhlich, H. J. 1966. Sonderherkünfte und Forstpflanzenzüchtung, dargestellt am Beispiel der Fichte. *Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung*, Band 4, 36-54.

- Gemmel, P., Örlander, G. and Högberg, K.A. 1991. Norway Spruce Cuttings Perform Better than Seedlings of the Same Genetic Origin. *Silvae Genetica* 40, 4/6, 198-202.
- Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17 (3). 61 S.
- Heikinheimo, O. 1949. Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisillä roduilla suoritetuista kokeista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37, 5-37.
- Hühn, M. und Kleinschmit, J. 1986. A model for the juvenile - mature correlation of clonal mixtures dependent on the number of clones . Joint Meeting of Working Parties Breeding Theory, Progeny Testing and Seed Orchards, October 12.-17, Williamsburg, Wirginia, 71-84.
- Karlsson, B. 1993. Norway Spruce Provenances and breeding. Proceedings of IUFRO(S2.2-11). Symposium, Latvia. Twenty years of clonal forestry with Norway Spruce in Sweden, 208-212.
- Karlsson, K. 1994. Kuusen uudistaminen käytännön näkökulmasta. Maa- ja metsätalousministeriön seminaari 31.10.1994: "Mitä kuusta kuuleminen" Nicht veröffentlicht.
- Kleinschmit, J. 1972. Möglichkeiten der Stecklingsvermehrung bei Nadelbaumarten. *Forstpflanzen - Forstsamen* Jg 12, 2-7.
- Kleinschmit, J. 1974. Considerations regarding breeding programs with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Proceedings, Joint IUFRO Meeting. Published by the Dept. Of Forest Genetics, the Royal College of Forestry, S-10405 Stockholm, 41-58.
- Kleinschmit, J. 1979. Limitations for restriction of the genetic variation. *Silvae Genetica* 28, 2-3, 61-67
- Kleinschmit, J. 1993. 25 years Norway spruce breeding in Lower Saxony, Germany. Norway Spruce provenances and breeding. Proceedings of IUFRO (S2.11) Symposium, Latvia, 213-218.
- Kleinschmit, J., Müller, W., Schmidt, J., Racz, J. 1973. Entwicklung der Stecklingsvermehrung von Fichte (*Picea abies* Karst.) zur Praxisreife. *Silvae Genetica* 22, 12, 4-15.
- Kleinschmit, J. und Svolba, J. 1991. Variation im Wachstum von Fichtenstecklingen (*Picea abies* (L.) Karst.) in Niedersachsen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 162. Jg., 1, 7-12.
- Kleinschmit, R. 1958. Nadelholzstecklinge. *Der Forst- und Holzwirt* 13, 347-351
- Kleinschmit, R. 1961. Versuche mit Fichtenstecklingen für einen genetischen Test. *Silvae Genetica* 10, 10-20

- Kleinschmit, R 1964. Aufgaben und Arbeiten der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt Abt. C Forstpflanzenzüchtung. Der Forst- und Holzwirt 19, 186-190
- Koski, V. 1970. A study of pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 70 (4). 78 S.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. *Folia Forestalia* 364. 60 S.
- Krüssmann, G. 1978. Die Baumschule, 115 S. Verlag Paul Parey
- Laki metsänviljelyaineiston kaupasta. (684/79).
- Laki metsänviljelyaineiston kaupasta. (272/91).
- Lambeth, C. C. 1980. Juvenile-Mature Correlations in Pinaceae and Implications for Early Selection. *Forest Science* 26(4), 571-580.
- Luomajoki, A. 1993. Climatic adaptation of Norway spruce in Finland based on male flowering phenology. *Acta Forestalia Fennica* 242. 28 S.
- Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsänviljelyaineiston kaupasta (1533/92).
- Namkoong, G. 1994. An evolutionary concept of breeding. The Marcus Wallenberg Price. Lecture by the 1994 Prize winner. , September 22, 1994, Stockholm. 19 S.
- Nanson, A. 1987. Juvenile-mature correlations based on Norway spruce provenances and progeny tests. *Forest Tree Improvement*, 20, 3-25.
- O.E.C.D. Council Decision C (74) 29 Final of 5th March, 1974
- Pfifferling. 1830. Erfahrungen über die Nachzucht der Fichte durch Steckreiser. *Neue Jahrbücher der Forstkunde*, 54-62
- Richtlinie der Rates vom 14.06 1966 über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut. 66/404/EWG; *Amtsbl. d. Europ. Gem. v.* 11.07.1966 Nr.125, 23-26.
- Roulund, H. 1987. Ortet ramet regression and age-age correlation in clonal trials of Norway Spruce Proceedings from meeting on early testing, juvenile-mature correlations, and accelerated generation turn-over held in Hørsholm, Denmark, August 1985. *Forest Tree Improvement* 20, 119-137.
- Roulund, H., Wellendorf, H. And Werner M. 1985. Aclonal experiment in Norway spruce. 15 years' results. 32 S.
- Sarvas, R. 1968. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67 (5). 84 S.

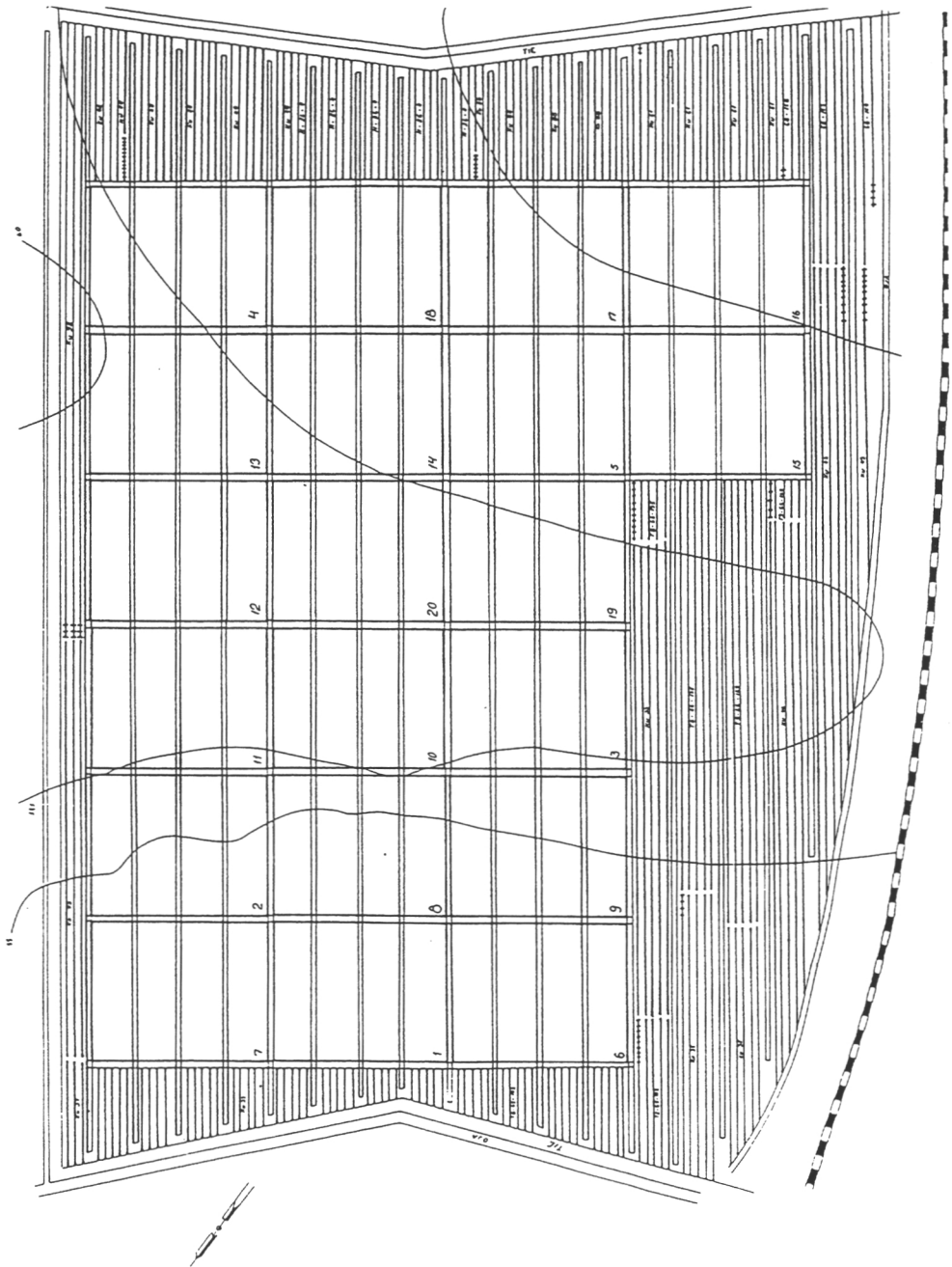
- Sarvas, R. 1970. Establishment and regeneration of seed orchards. *Folia Forestalia* 89. 24 s.
- Schmidt-Vogt, H. 1977. Die Fichte, Band I. 647 S. Verlag Paul Parey.
- Schmidt-Vogt, H. 1978. Monographie der *Picea abies* (L.) Karst. unter Berücksichtigung genetischer und züchterischer Aspekte. *Forstwissenschaftliche Centralblatt* 97, 281-302
- Schmidt-Vogt, H. 1986. Die Fichte, Band II/1. 563 S. Verlag Paul Parey.
- Schmidt-Vogt, H. 1991. Die Fichte, Band II/3. 781 S. Verlag Paul Parey
- Svolba, J. 1990. Evaluierung verschiedener Fichten-Populationen anhand genetischer Merkmale. *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Hamburg* Nr. 164. 57-65
- Vuokila, Y. & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99, 1-271. Helsinki
- Zobel, B. Talbert, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. 505 S. John Wiley & Sons.

*Anhang 1. Liste der Herkünfte, Versuch 0560/1, Imatra*

Nr.	Kennziffer	Vers.	Herkunft
1	68-H3743	5	FIN Loppi
2	68-300-44	6	FIN Loppi
3	68-H5745	9	FIN Loppi
4	68-157-8	10	FIN Pornainen
5	68-92-44	11	FIN Michikkälä
6	68-H3408 x E1893	12	FIN Loppi x FIN Punkaharju / DEU Carlsfeld
7	68-H3606 x E1769	14	FIN Loppi x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
8	68-H3270 x E1766	15	FIN Loppi x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
9	68-H3434	16	FIN Loppi
10	68-H3753 x E2653	17	FIN Loppi x FIN Loppi
11	68-206-62	18	FIN Loppi
12	68-H3086	19	FIN Loppi
13	68-49-62	20	FIN Loppi
14	68-H5723	21	FIN Loppi
15	65--E2980	22	FIN Pornainen
16	68-H5584	24	FIN Loppi
17	68-536-44	25	FIN Michikkälä
18	68-H5581	26	FIN Loppi
19	68-H3133 x E239	27	FIN Loppi x FIN Pöytyä
20	68-H5693	28	FIN Loppi
21	68-H5722	29	FIN Loppi
22	68-E2669	30	FIN Loppi
23	Pc-cs-546/3	32	CZE Hronov
24	64-E2958/1	33	FIN Pornainen
25	65-E438/5	34	FIN Pornainen
26	Pc-cs-545/2	35	CZE Hronov
27	Pc-cs-547/4	36	CZE Hronov
28	Pc-cs-547/4	37	CZE Hronov
29	66-K266/5	38	FIN Pieksämäki
30	66-K266/8	39	FIN Pieksämäki
31	66-513/2	40	RUS Pskov
32	66-513/7	41	RUS Pskov
33	66-513/8	42	RUS Pskov
34	64-E2969/5	43	FIN Pornainen
35	66-517/1	45	RUS Novgorod
36	64-E2937/3	46	FIN Pöytyä
37	64-E2937/4	47	FIN Pöytyä
38	64-E2937/6	49	FIN Pöytyä
39	64-E2663/1	50	FIN Loppi
40	64-E2663/9	51	FIN Loppi
41	65-E2061/9	52	FIN Jokioinen
42	65-E2061/10	53	FIN Jokioinen
43	65-E2657/2	54	FIN Loppi
44	E2706	56	FIN Muurame
45	65-E2666/2	59	FIN Loppi
46	65-E2666/6	61	FIN Loppi
47	65-E2666/7	62	FIN Loppi
48	65-E2666/9	63	FIN Loppi

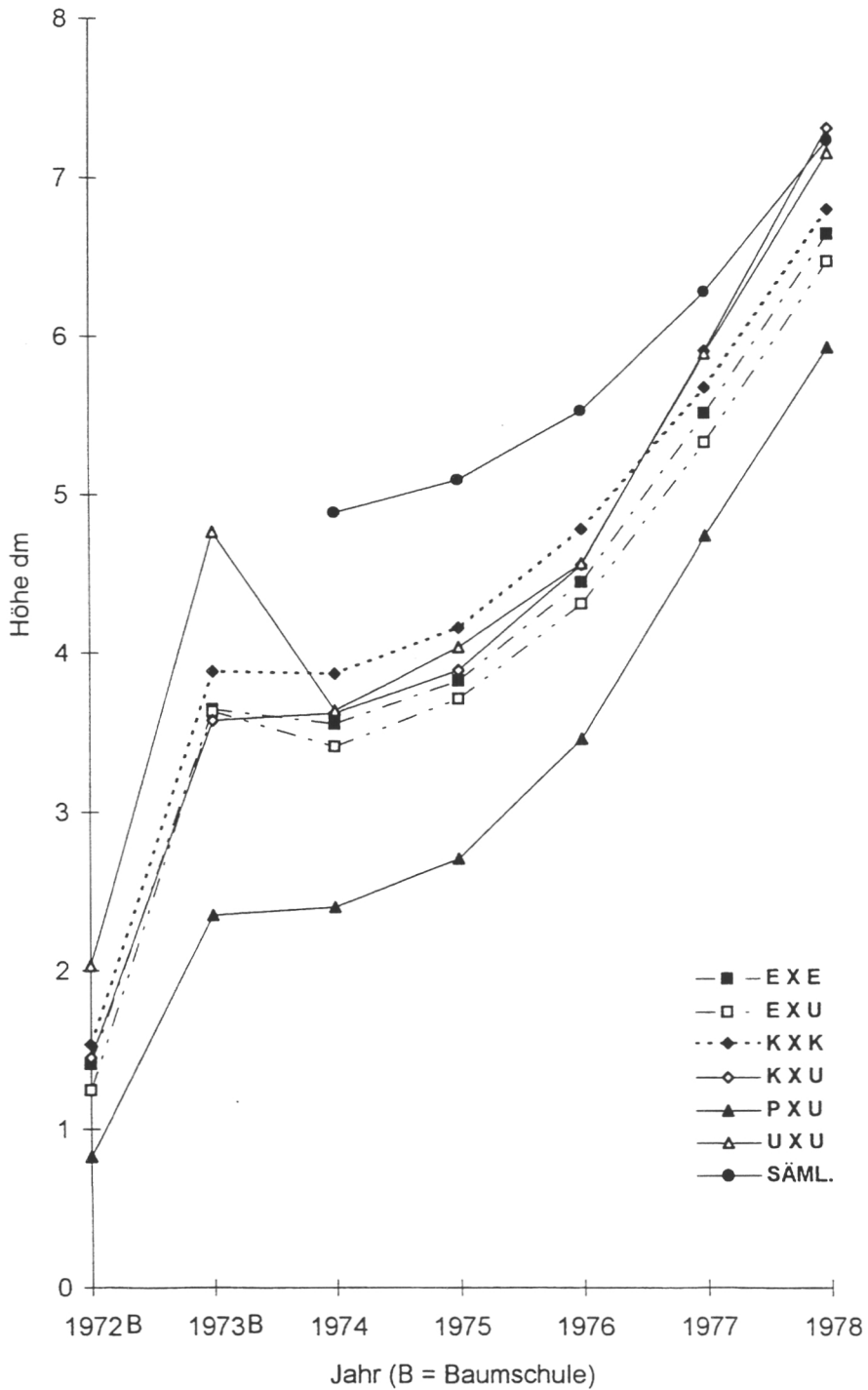
49	65-E2655/1	64	FIN Loppi
50	65-E2655/2	65	FIN Loppi
51	65-E2655/5	66	FIN Loppi
52	65-E2655/10	68	FIN Loppi
53	65.E2673/3	69	FIN Loppi
54	65-E2673/5	70	FIN Loppi
55	65-E436/1	79	FIN Pornainen
56	65-E3835/8	81	FIN Ruokolahti
57	65-E2286/4	86	FIN Valkeala
58	65-E2286/8	87	FIN Valkeala
59	E2705 x E1487/1	88	FIN Muurame x FIN Punkaharju / CHE Vintschgau
60	66-E2913/1	89	FIN Pöytyä
61	K1399 x K1398/10	91	FIN Pieksämäki x FIN Pieksämäki
62	K1398 x K1395/7	92	FIN Pieksämäki x FIN Pieksämäki
63	K1398 x K1395/10	93	FIN Pieksämäki x FIN Pieksämäki
64	Pc-cs-545/17	94	CZE Hronov
65	Pc-cs-545/19	95	CZE Hronov
66	Pc-cs-546/12	96	CZE Hronov
67	Pc-cs-546/20	97	CZE Hronov
68	E268 x E1485/4	98	FIN Lohja x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
69	K1413 x E1890/2	99	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / DEU Schilbach
70	K1413 x E1890/6	100	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / DEU Schilbach
71	K1413 x E1890/8	101	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / DEU Schilbach
72	E2672 x E943/5	103	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
73	K1420 x E949/1	104	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / EST Peravald
74	K1420 x E949/3	105	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / EST Peravald
75	K1420 x E949/4	106	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / EST Peravald
76	K1420 x E949/5	107	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / EST Peravald
77	K1416 x E1781/1	108	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
78	K1416 x E1781/2	109	FIN Pieksämäki x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
79	Pc-cs-547/11	110	CZE Hronov
80	Pc-cs-547/12	111	CZE Hronov
81	E694 x E935/2	113	FIN Michikkälä x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
82	E2680 x E948/1	115	FIN Loppi x FIN Punkaharju / EST Peravald
83	E2702 x E941/1	116	FIN Muurame x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
84	E2710 x E1770/3	118	FIN Muurame x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
85	E2715 x E948/3	120	FIN Muurame x FIN Punkaharju / EST Peravald
86	E1510/2	123	FIN Yläne
87	E2940/1	127	FIN Pöytyä
88	64-E2980/13	136	FIN Pornainen
89	R1-59-011/1	137	DEU Carlsfeld, Abt. 273/278
90	R1-59-011/3	138	DEU Carlsfeld, Abt. 273/278
91	66-K266/1	139	FIN Pieksämäki
92	64-9/6	141	FIN Urjala
93	64-E2964/4	146	FIN Pornainen
94	64-E2964/6	148	FIN Pornainen
95	65-K1399 x K1398/5	150	FIN Pieksämäki x FIN Pieksämäki
96	E1842 x E1767 /8	164	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / DEU Carlsfeld
97	E1840 x E1487 /7	166	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / CHE Vintschgau
98	E1840 x E1487 /10	167	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / CHE Vintschgau
99	R1-60-415/2,E1821xfr.	169	FIN Punkaharju / Kajaani x freie Bestäub.
100	E1832 x E1770 /6	170	FIN Punkaharju / Rovaniemi x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
101	E1832 x E1770 /8	171	FIN Punkaharju / Rovaniemi x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
102	E1832 x E1770 /10	172	FIN Punkaharju / Rovaniemi x FIN Punkaharju / DEU Spiegelau
103	E1827 x E1780 /10	176	FIN Punkaharju / Kajaani x FIN Punkaharju / EST Peravald

104	E1845 x E 1771	/1	177	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / CHE Vintschgau
105	E1845 x E1771	/3	178	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / CHE Vintschgau
106	E1845 x E1771	/4	179	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / CHE Vintschgau
107	E1814 x E938	/4	180	FIN Punkaharju / Kajaani x FIN Punkaharju / DEU Schmiedefeld
108	E1814 x E938	/7	182	FIN Punkaharju / Kajaani x FIN Punkaharju / DEU Schmiedefeld
109	E1847 x E1767	/2	185	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / DEU Carlsfeld
110	E1847 x E1767	/4	187	FIN Punkaharju / Muonio x FIN Punkaharju / DEU Carlsfeld
111	68-E3821/1		190	FIN Ruokolahti
112	68-E3821/1		191	FIN Ruokolahti
113	68-E3821/1		192	FIN Ruokolahti
114	E2672 x E943/1		193	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
115	E2672 x E943/2		194	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
116	E2672 x E943/3		195	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
117	E2672 x E943/6		196	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
118	E2672 x E943/7		197	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
119	E2672 x E943/8		198	FIN Loppi x FIN Punkaharju / LVA Goldingen
120	M-26-65-4		301	FIN Korpilahti M
121	68-44		302	FIN Miehikkälä M
122	68-159		303	FINPieksämäki M
123	T8-65-102		304	FIN Rautjärvi Y
124	T6-66-162		305	FIN Kontiolahti -
125	T8-66-135		306	FIN Savonranta Y

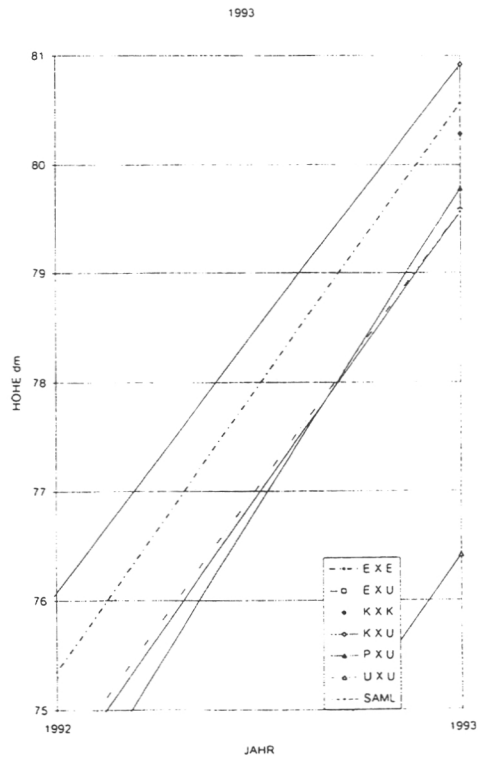
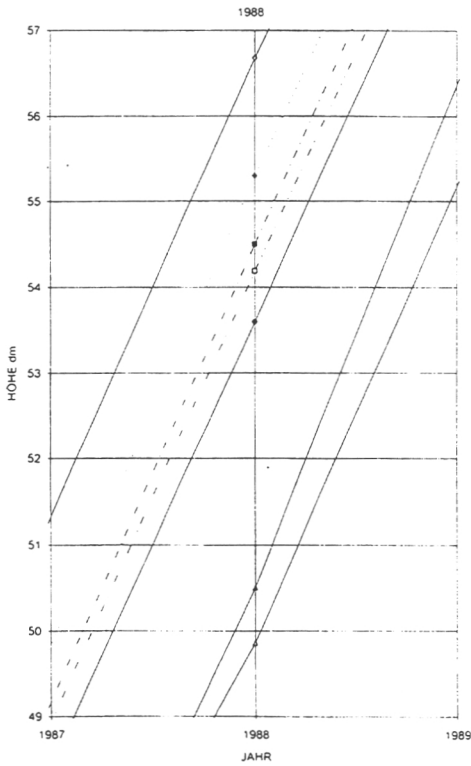
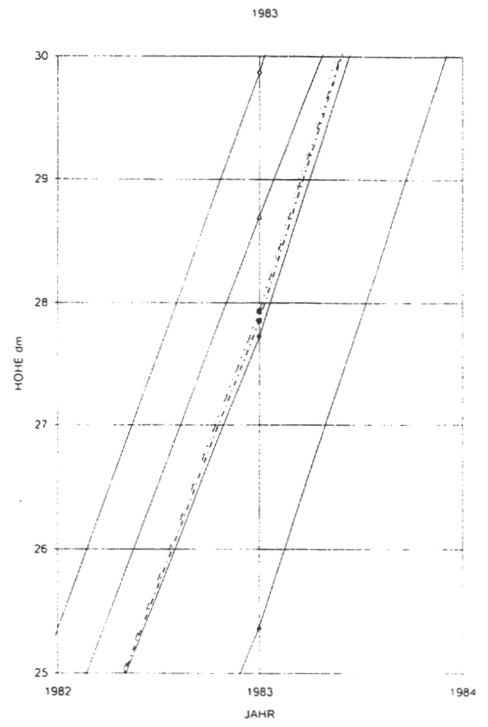
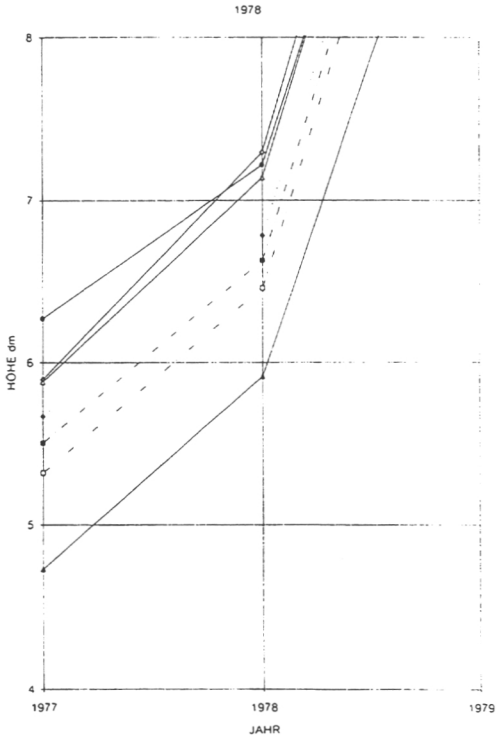


Anhang 2. Versuch 0560/1, Imatra mit 20 Blöcke umgeben mit der Schutzzone.

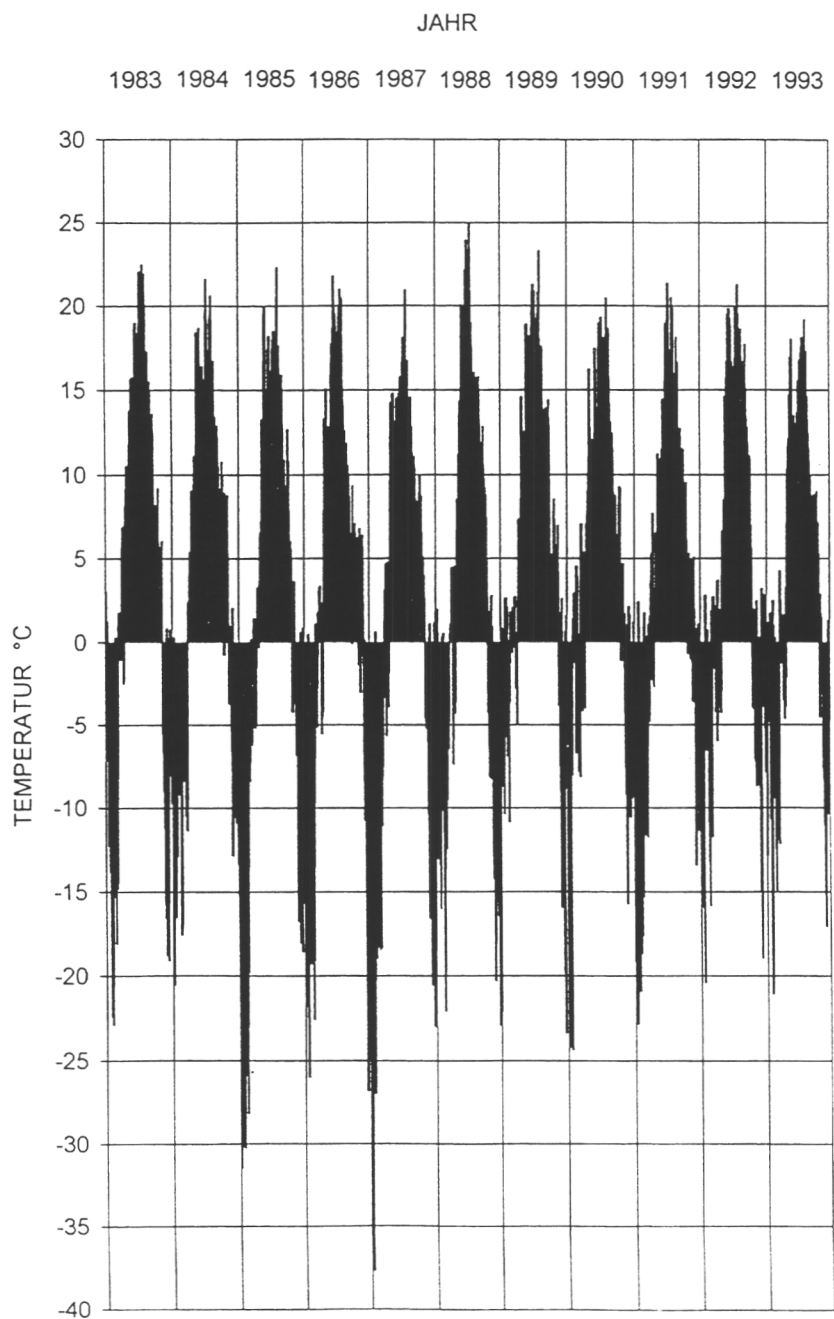




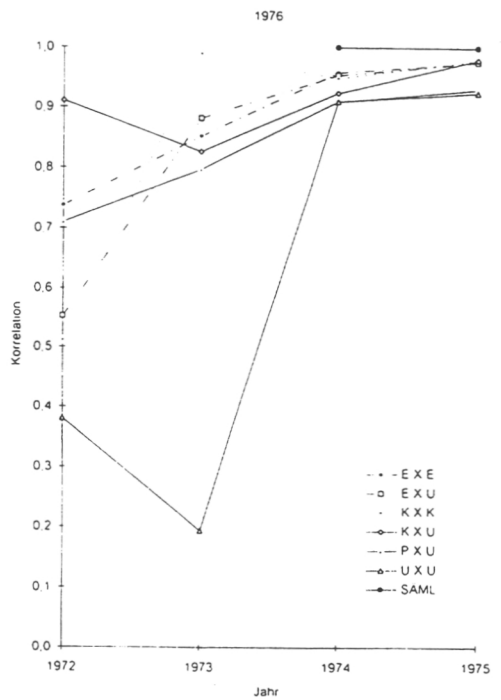
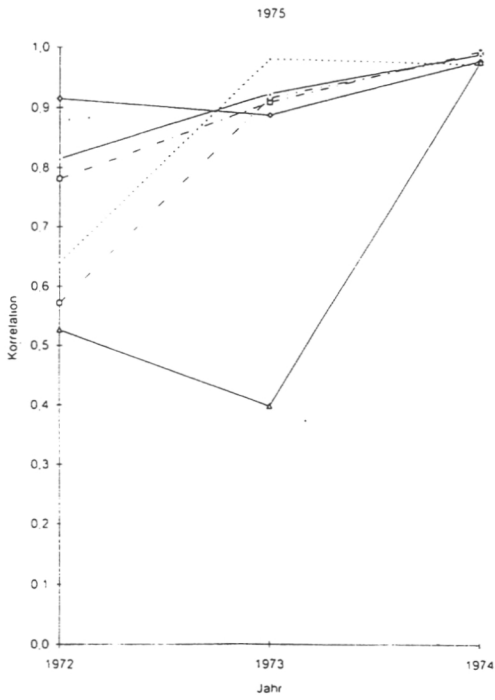
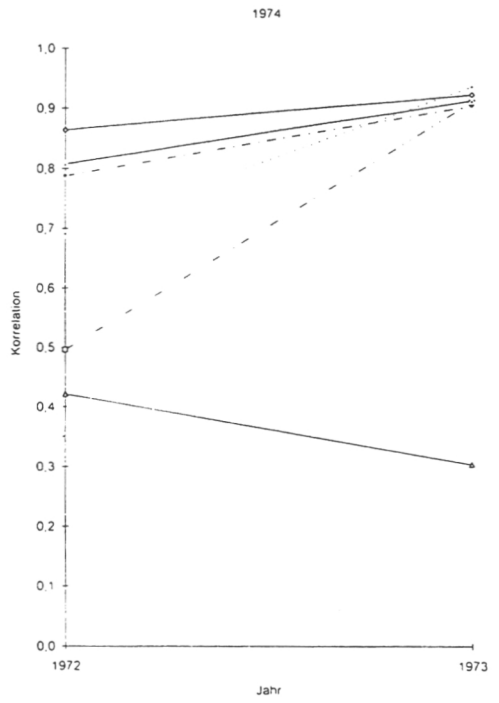
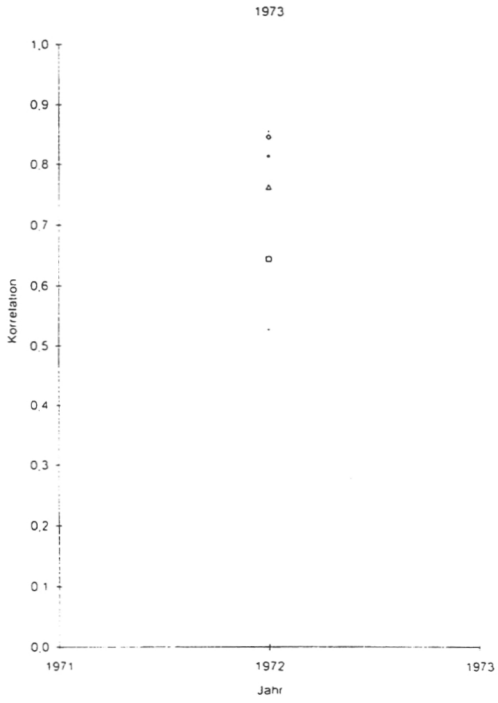
Anhang 3. Die Höhenentwicklung der Herkunftsgruppen 1972 - 1978



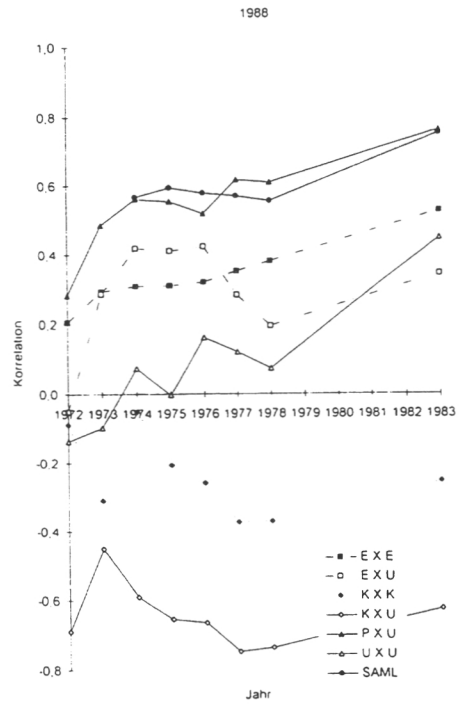
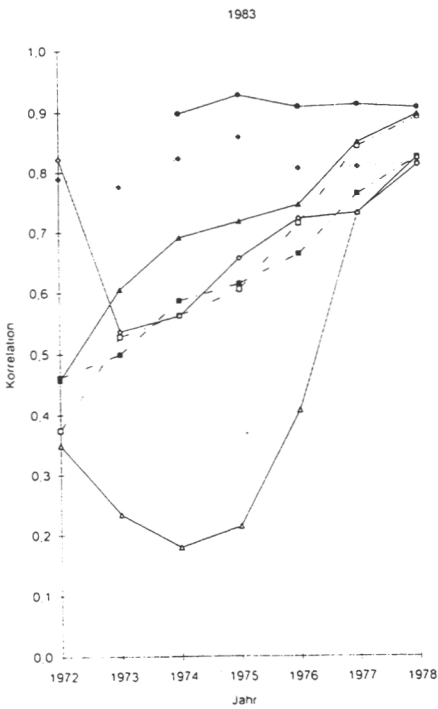
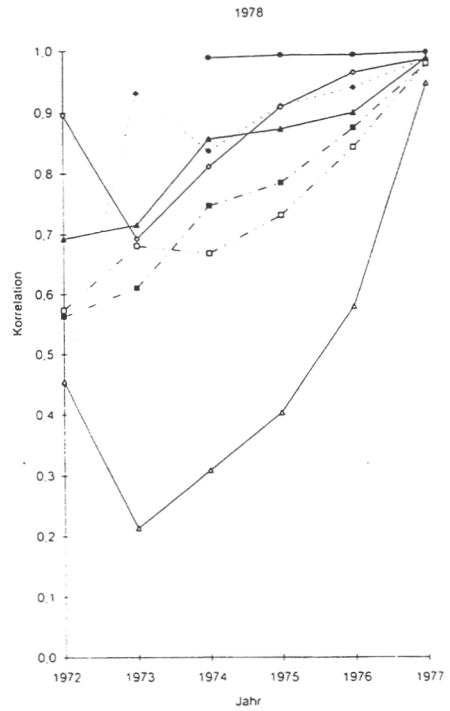
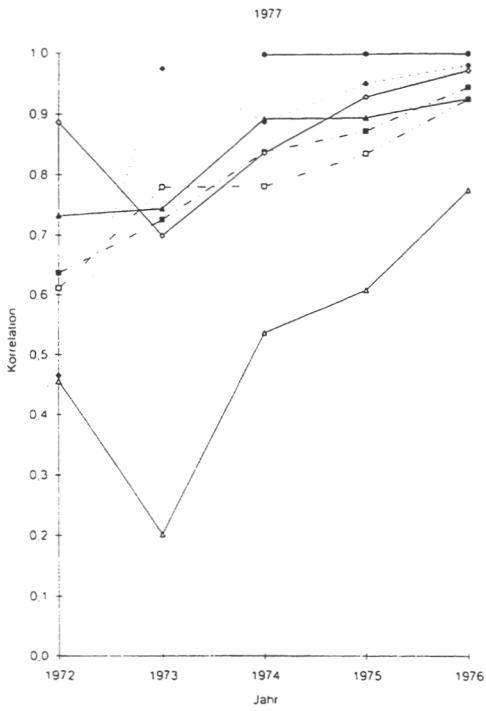
**Anhang 4.** Die Höhenentwicklung der Herkunftsgruppen mit Rangänderungen 1978, 1983, 1988 und 1993.



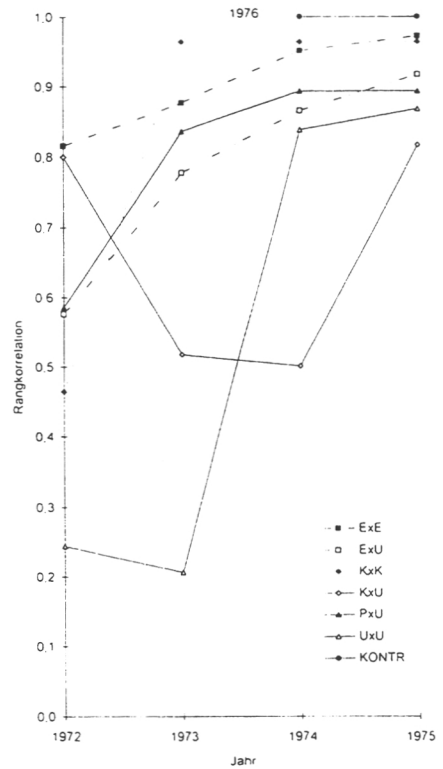
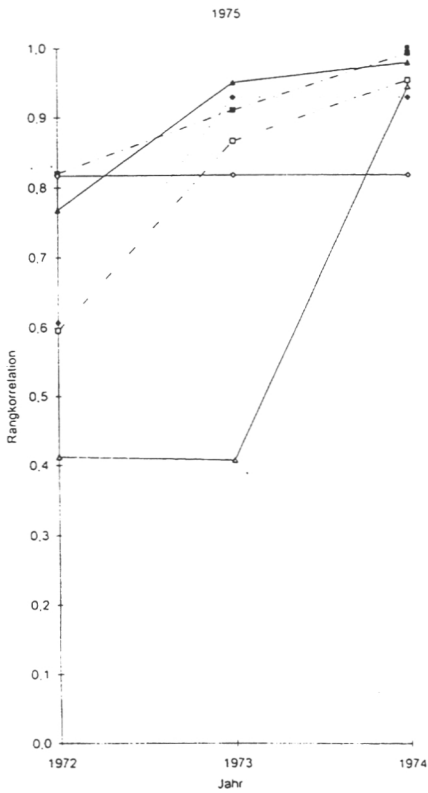
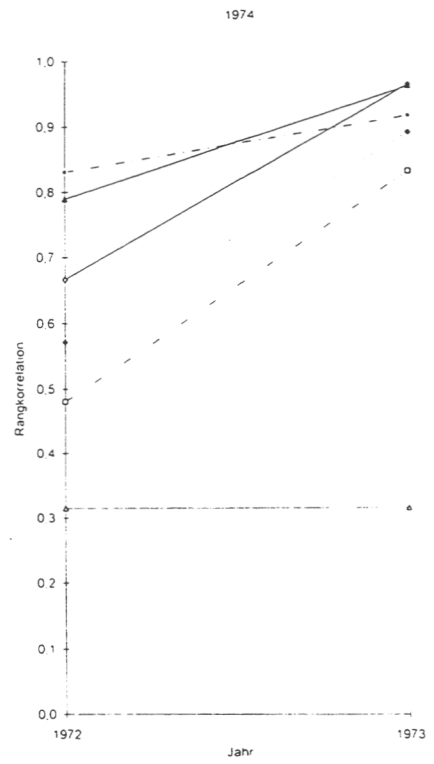
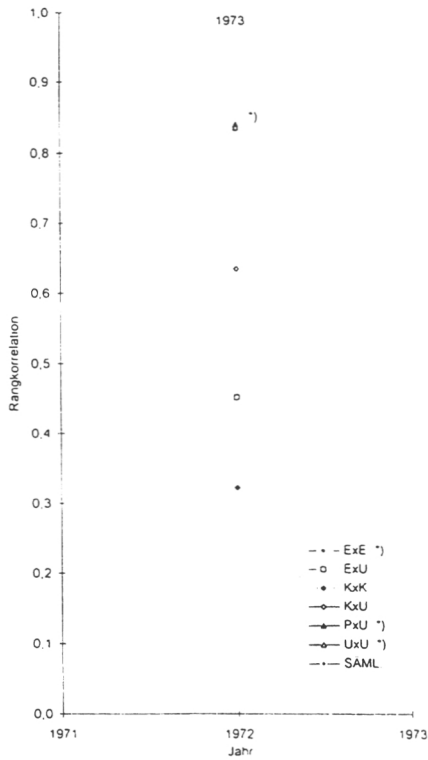
*Anhang 5. Die Mitteltemperaturen des Tages in Punkaharju 1983 - 1993.*



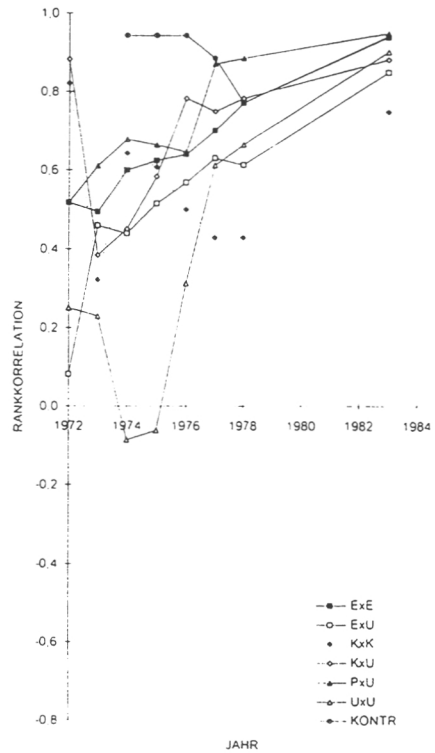
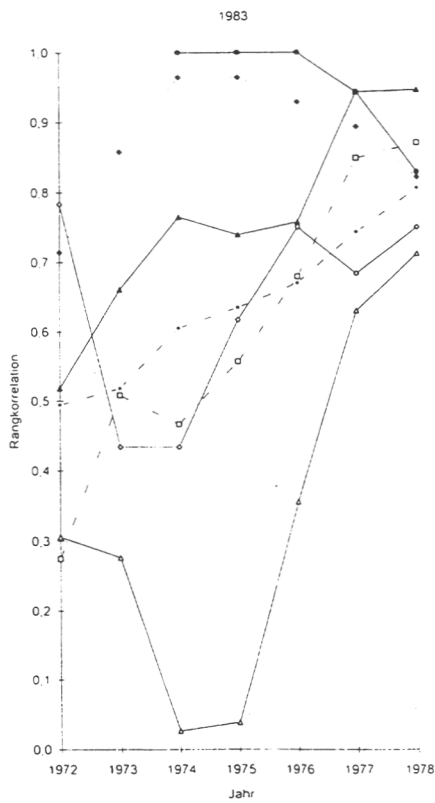
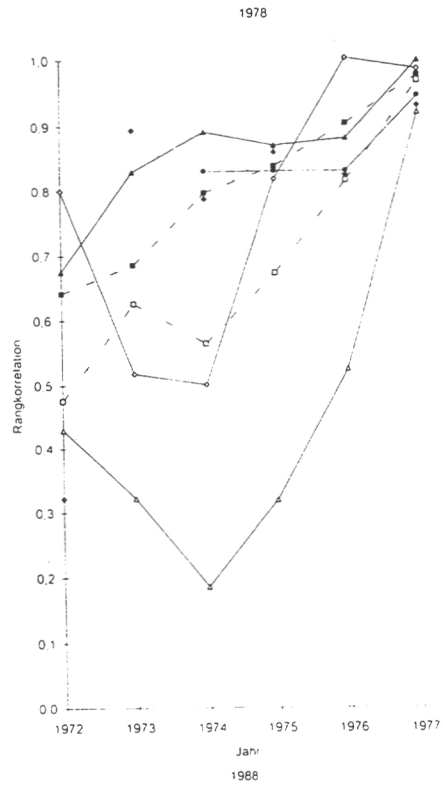
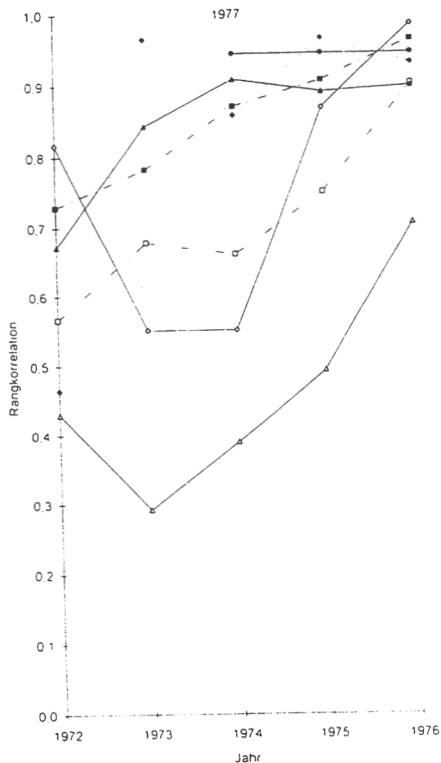
Anhang 6. Korrelation der neuesten Höhenwerte mit den früheren Jahren bei den Herkunftsgruppen 1973 - 1976.



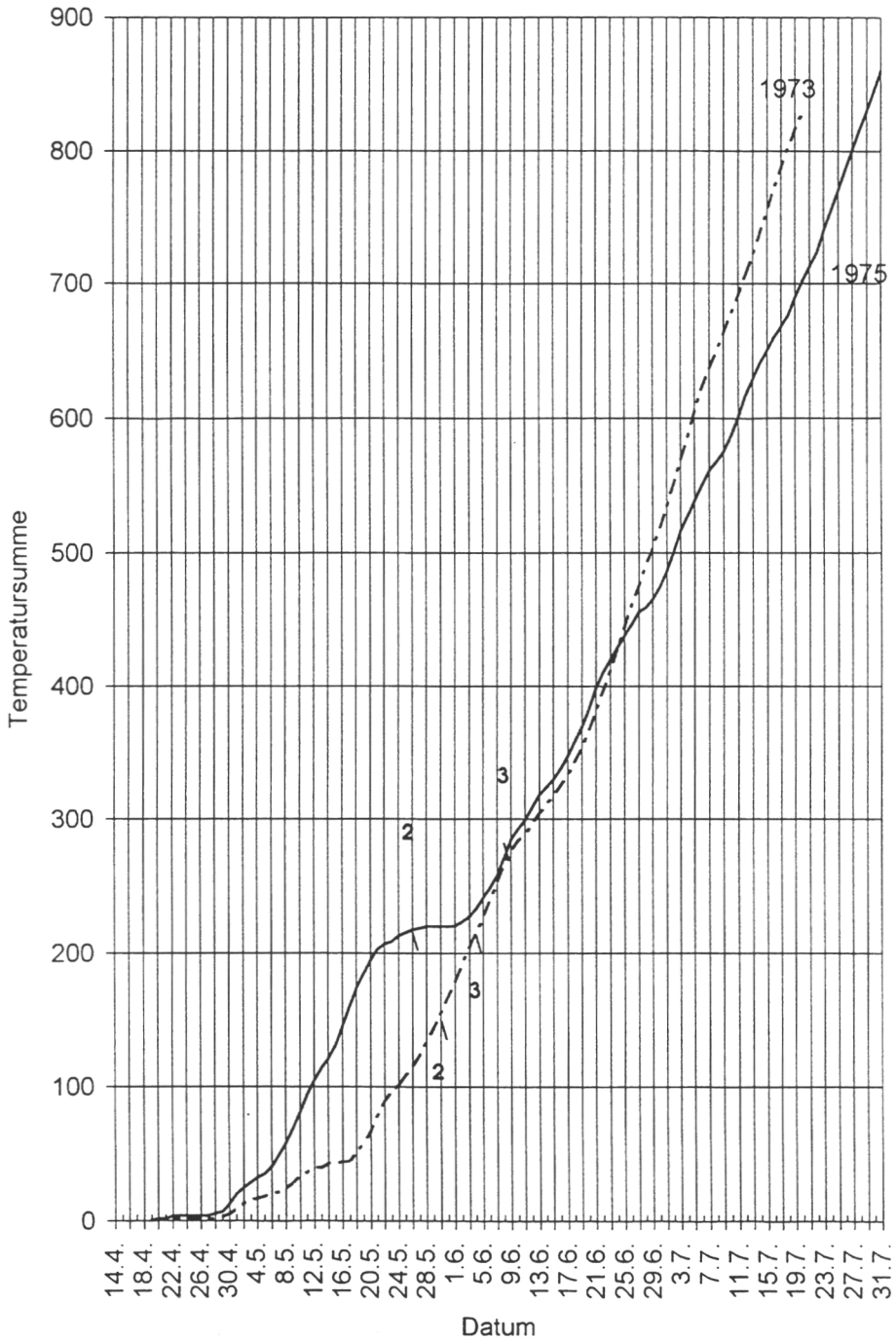
Anhang 7. Korrelation der neuesten Höhenwerte mit den Früheren Jahren bei den Herkunftsgruppen 1977-1988.



Anhang 8. Rangkorrelation der neuesten Höhenwerte mit den früheren Jahren bei den Herkunftsgruppen 1973 - 1976.



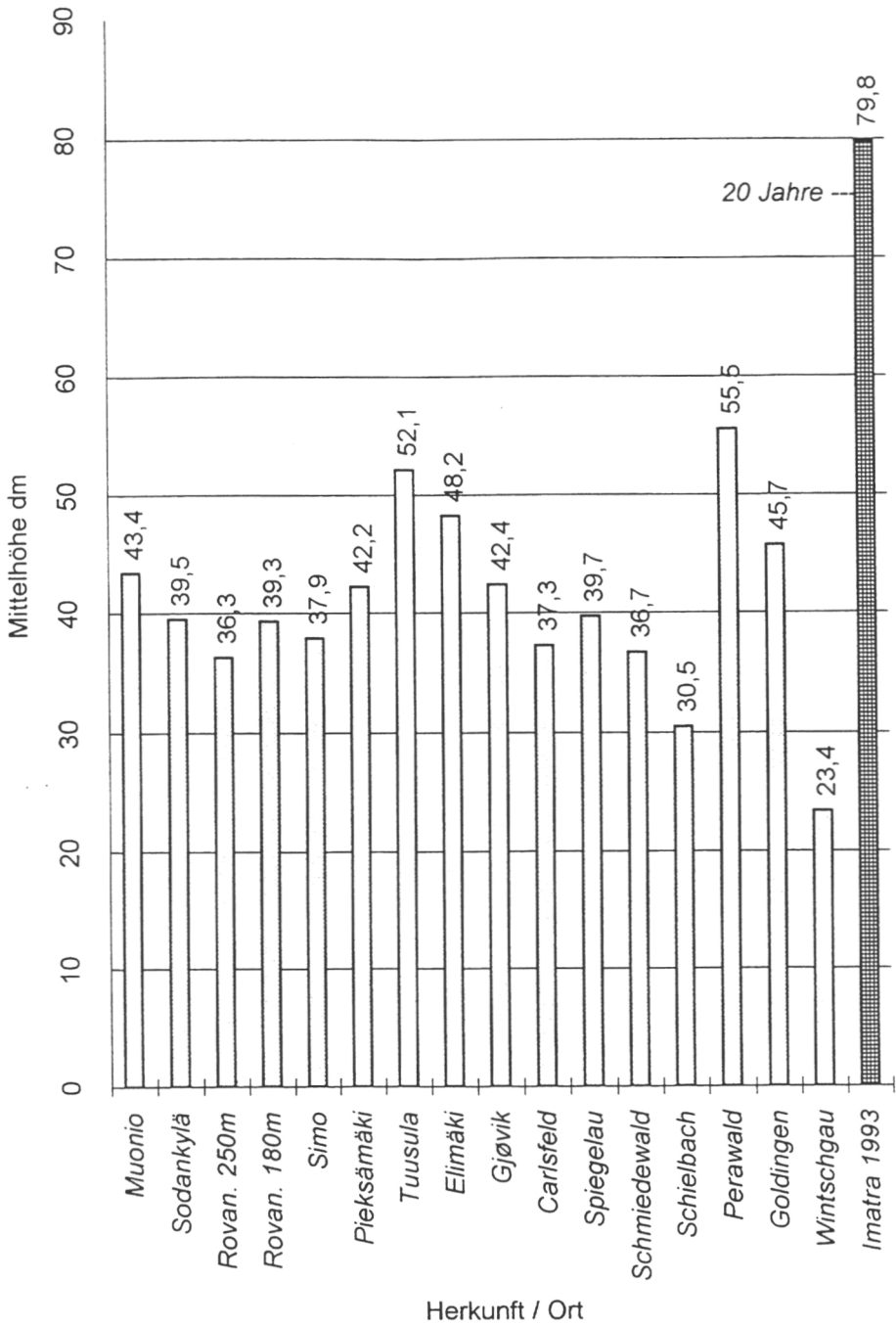
Anhang 9. Rangkorrelation der neuesten Höhenwerte mit den früheren Jahren bei den Herkunftsgruppen 1977 - 1988.



Anhang 10. Die Entwicklung des Knospenaustriebes (Klasse 2 und 3) und der Temperatursummen im Frühjahr 1973 und 1975.







**Anhang 12.** Ein Vergleich des Klonversuches 0560/1 in Imatra und des Provenienzversuches (1926) in Punkaharju von Heikinheimo, im Alter von 20 Jahren.







**Finnische Forstliche Forschungsanstalt**

Tel. +358 0 857 051, Fax +358 0 857 05 711

ISBN 951-40-1436-7

ISSN 0358-4283