

# Untersuchungen über das Wachstum der *Pinus contorta* (Dougl.) von verschiedenen Herkünften im Osten des Schwarzmeergebietes der Türkei

Von Y. SIMSEK

Vize-Direktor sowie Forstgenetiker und Forstpflanzenzüchter der Forstlichen Versuchsanstalt Ankara, Türkei

(Eingegangen am 4. Mai 1987)

## Zusammenfassung

In einem Herkunftsversuch auf 5 verschiedenen Standorten in der Türkei werden 34 Provenienzen von *Pinus contorta* aus den 4 Unterarten *ssp. contorta* (Küstenform), *ssp. bolanderi* (Küstenform), *ssp. latifolia* (Inlandform), und *ssp. murrayana* (Inlandform) geprüft. Die 5 Versuchsflächen wurden 1975 mit 2jährigen Sämlingen begründet. Messungen und Bonituren bezogen sich auf Pflanzenausfälle, Höhen und Dickenwachstum, Frostschäden, Schneebrechschäden und Triebwickler-Befall bis zum Alter von 12 Jahren. Nach 3 Jahren wurden auf 3 Versuchsflächen (Gemlik-Armutlu, Izmit-Çenedag, Sinop-Bektaşaga) alle *Pinus contorta* Herkünfte vom Triebwickler (*Rhyacionia Buoliana*) sehr stark befallen. Mit der Zeit verschlimmerte sich der Schaden derart, daß die Versuche nicht mehr ausgewertet werden konnten. Was die 4. Versuchsfläche (Uşak-Banaz) betrifft, so sind schlechte Bodenverhältnisse der Grund dafür, daß in den späteren Jahren der Schadensumfang noch zunahm und die Versuchsfläche aus der Bewertung ausgeschlossen werden mußte. Nur auf der Versuchsfläche Giresun-Erimez wurden keine Schäden durch den Triebwickler (*Rhyacionia Buoliana*) festgestellt und da sich die Entwicklung auf dieser Versuchsfläche gut fortsetzte, hielt man es unter ständiger Kontrolle. Im Jahre 1980 wurden neue Messungen vorgenommen. Auf dieser Versuchsfläche wurden im Jahre 1986, am Schluß der Vegetationszeit, die letzten Messungen und Bonituren durchgeführt.

Die große intraspezifische Variation von *Pinus contorta* äußerte sich vor allem in deutlichen Wuchsunterschieden. Den stärksten Zuwachs hatten Küstenherkünfte der Unterart *ssp. contorta* aus Oregon, Washington und British Columbia. Schwachwüchsige waren dagegen Herkünfte aus dem nördlichen British Columbia, Kalifornien und Montana, sowie Gebirgsherkünfte der Unterart *ssp. murrayana*.

Schneebrechschäden waren in der Versuchsfläche Giresun-Erimez (1375 m u. M.) an Küstenherkünften aus Kalifornien, Oregon und Süd-Washington am höchsten. An Küstenherkünften aus Nord-Washington und British Columbia sind keine Schneebrechschäden festgestellt worden. Als bedeutendster Schädling des *Pinus contorta* Anbaues in der Türkei ist der Kieferntriebwickler (*Rhyacionia Buoliana* DEN. et SCHIFF) anzusehen, der sich vor allem in der Jugendphase bemerkbar macht. Der Fraß der Larven verursacht Deformationen der Triebe, beeinträchtigt den normalen Zuwachs und führt zum Absterben der Terminalknospen des Haupttriebes. Zwischen den einzelnen Versuchsflächen waren deutliche Befallsunterschiede festzustellen. Obwohl auf den Versuchsorten die sich unter 1000 m. befinden die *Pinus contorta* Herkünfte sehr stark vom Triebwickler befallen waren, ist auf der Versuchsfläche über 1000 m., wie Giresun-Erimez, kein Triebwicklerbefall zu beachten. Deswegen sind bei der Auswertung dieser Arbeit die Versuchsorte, welche sich unter 1000 m. befinden, ausgefallen.

Aufgrund der hier vorgelegten Ergebnisse bei *Pinus contorta* Herkünften bis zu 12 Jahren kann festgestellt werden, daß die Herkünfte aus dem Süden British Columbia's IUFRO Nr. 2146 Lund, 2150 Qualicum, 2066 Inonoak-

lin für die Aufforstungsarbeiten im Osten des Schwarzen Meer Gebietes der Türkei geeignet sind.

**Schlagwörter:** *Pinus contorta*, Herkunftsunterschiede, Höhen- und Dickenwachstum, Schneeschäden, *Rhyacionia* Befall.

## Summary

*Researches on the growing of various Pinus contorta* (Dougl.) provenances in the Eastern Blacksea Region of Turkey.

In a provenance trial at five different locations in Turkey 34 provenances of *Pinus contorta* are tested. The provenances belong to the 4 lodgepole pine subspecies *ssp. contorta* (coastal form), *ssp. bolanderi* (coastal form), *ssp. latifolia* (inland form) and *ssp. murrayana* (inland form). A total of five single trials were established in 1974/1975 with two-year old seedlings.

Measurements and observations were recorded for the traits mortality, height growth, diameter, snow damages and attacks by European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) until the age of 12 years. After three years from the establishment of the field trials, all the *P. contorta* provenances in three field trials a high percentage of trees damaged extremely due to the attack of European pine shoot moth. In the fourth field trials the seedling growth was not satisfactory, because of the insufficient soil characteristics. Therefore, this area could not be taken into evaluation. Thus, the final measurements and experiments were done at the fifth field trial (Giresun-Erimez) at the end of the 12 years.

There was no significant differences in mortality between the provenances. The great intraspecific variation of *P. contorta* was expressed especially by significant growth differences. Best performance was shown by coastal provenances of the subspecies *contorta* from Oregon, Washington and southern British Columbia. Outstanding growth could also be observed in some coastal provenances of *ssp. contorta* from southern British Columbia (IUFRO Nr. 2146 Lund, 2150 Qualicum) and in one inland provenance of *ssp. latifolia* from British Columbia (IUFRO Nr. 2066 Inonoaklin). Unsatisfying growth had provenances from northern British Columbia, Oregon and Montana.

Damages by snowbreak were observed on field trials in coastal provenances of California, Oregon and Washington. The three *ssp. bolanderi* provenances from California were most susceptible against snowbreak at field locations.

In the field trials of Giresun-Erimez no damage by European pine shoot moth was observed.

**Key words:** *Pinus contorta*, differences between provenances, height growth, stem diameter, snowbreak, pine shoot moth attack.

## 1. Einleitung

Die in Nordamerika natürlich weitverbreiteten und schnellwachsenden Baumarten erregten Aufmerksamkeit,

so daß im Jahre 1965 zum ersten Mal auf der IUFRO Herkunftsversuchsarbeitsgruppen Tagung in Pont à Musson in Frankreich die Frage aufgeworfen wurde, ob man nicht in Europa Herkunftsversuche mit den schnellwachsenden Baumarten verwirklichen sollte. Dieser Vorschlag wurde angenommen und die ersten Saatgutproben der Douglasie wurden im Jahre 1968 eingesammelt. Die Sammlung der Douglasienherkünfte wurde von H. BARNER persönlich organisiert und verwirklicht. Die europäischen Länder interessierten sich mehr für die zweite Art *Pinus contorta*, aber obwohl dafür extra eine Arbeitsgruppe gegründet wurde, beendete der Leiter der Arbeitsgruppe die Einsammlungen der *Pinus contorta* Herkünfte nicht. Im Jahre 1969 gab man R. LINES den Auftrag, die Einsammlungen zu vollenden. LINES schickte Umfrageformulare an Länder, die sich für *Pinus contorta* Herkunftsversuche interessierten. Er bemühte sich Versuchspläne, Parzellengrößen, Standardherkünfte und Auswertungsmethoden zur Standardisierung zu sichern. Trotz aller Bemühungen konnte in den heutigen europäischen Ländern keine Einigung in der Auswertung der Herkunftsversuche von *Pinus contorta* erzielt werden.

Die in der Türkei verwendeten Saatgutproben von *Pinus contorta* verschiedener Herkünfte wurden im Jahre 1972 aus der Kollektion die R. LINES während seiner Präsidentschaft bei der IUFRO in Nordamerika persönlich gesammelt und anlegen lassen hatte, beschafft. Im Verhältnis zu den nordamerikanischen und asiatischen Wäldern der wärmeren Zonen, befinden sich in den europäischen Wäldern weniger Nadelbaumarten. Die Dürftigkeit der Flora in den Wäldern Europas geht auf die vierte Eiszeit in der dritten Periode zurück, da viele Baumarten sich durch die Ost-West Barriere der Alpen nicht nach Süden ausbreiten konnten und daher in Europa ausgestorben sind. In dieser Form läßt sich auch erklären, warum zum Schluß die europäische Forstwirtschaft gezwungen war, fremde Baumarten einzuführen. Mit schnellwachsenden fremden Arten und breitangelegten Aufforstungen hat man in den letzten 30 bis 40 Jahren versucht, den Rohstoffbedarf der Zellulose-Industrie zu decken.

Schnellwachsende Baumarten brauchen im allgemeinen tiegründige Erde. Unter günstigen Regen- und Feuchtigkeitsverhältnissen wachsen bei diesen Arten ihre Volumen im Jahresdurchschnitt pro Hektar um vieles mehr als bei einheimischen Arten. Schnelles Wachsen einer Baumart kann man in einem Jahr auf einem Hektar maximal in Kubikmetern planen. Die Grenze des schnellen Wachstums ist bis jetzt noch nicht bekanntgegeben und sehr subjektive Ideen haben dazu beigetragen, einige Werte zu erhellen. Bei einem jährlichen Zuwachs pro Hektar von 7, 8, 9, 10, . . . , 25 m<sup>3</sup> kann man als Grenze jede beliebige Zahl nehmen. Neben manchen Baumarten, die im Ausland als schnell wachsende Arten bekannt sind, werden in der Türkei manche Laubbaumarten wie Eukalyptus, Pappel, Weidearten, Erle, Esche, Platane, falsche Akazie und insbesondere brutische Kiefer als schnellwachsende Art anerkannt. Die Untersuchungen über das Wachstum der brutischen Kiefer in der Türkei sehen bei einer Umtriebszeit von 40 Jahren jährlich einen Zuwachs von 15 m<sup>3</sup> bis 20 m<sup>3</sup> pro Hektar vor. Daß diese Baumarten in so einer Kurzumtriebszeit so einen Zuwachs erreichen liegt daran, daß sie notwendigerweise das im Boden befindliche Wasser und die Nährstoffe ausbeuten. Deshalb muß, bevor die 2. Generation von Schnellwachsenden angepflanzt wird, der Boden notwendigerweise gedüngt und im großen Umfang aufbereitet werden. Falls man keine

Verbesserungsvorkehrungen trifft, erreicht man bei der 2. Generation den erwarteten Zuwachs nicht.

Die Plantagen schnellwachsender Baumarten wurden zuerst von der Papier- und Zelluloseindustrie gegründet, in der Absicht die Erträge von Faserstoffen zu erhöhen. Aber heutzutage sind genügend Holzrohstoffe für die Bauholz- und Holzfaserplatten-Fabriken vorhanden. Deshalb muß man bei Aufforstungen schnellwachsender Baumarten darauf achten, daß die Integration zwischen dem Anbau und dem Holzverbrauch heute und in Zukunft erhalten bleibt.

Die schnellwachsenden Nadelbaumarten haben durch ihren hohen Anteil an Jungholz und durch ihren dünner werdenden Stamm im allgemeinen ein geringes spezifisches Gewicht, wodurch sie keine Vorteile bieten. Wegen der kurzen Umtriebszeit kommen allmählich immer größere Mengen von Junghölzern auf den Weltmarkt und dadurch kommt die Bauindustrie in Schwierigkeiten. Einerseits erzielt man durch die weitentwickelte Technologie von schnellwachsenden Hartholzartenplantagen Holzgewinne, andererseits wurde das Vorurteil in der Papierindustrie dafür aufgehoben.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Pflanzenmaterial

#### 2.1.1 Natürliches Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta* (DOUGL.) und ihre Varianten

Die natürliche Verbreitung der *Pinus contorta* ist in der Abbildung 1 dargestellt worden. Wie man auf der Abbildung 1 sehen kann, zieht sich das natürliche Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta* in Nordamerika an der Westküste entlang, von Nieder-Kalifornien (31 N-Breitengrad) in nord-südlicher Richtung, und von der Küste aus ins Landesinnere, bis nach Süd-Dakota in ost-westlicher Richtung (MIROV, 1967).

*Pinus contorta* verbreitet sich von der Küste bis zu den Rocky Mountains und der Sierra Nevada in 3900 m Höhe hinauf. Keine andere Kiefernart ist in Nordamerika so weit verbreitet wie *Pinus contorta*. *Pinus contorta* entwickelt sich in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und verschiedenen Bodenverhältnissen zusammen mit anderen Pflanzgesellschaften (FRANKLIN und DYNES, 1969). Bei einer Baumart, die eine so weite natürliche Verbreitung hat, entspricht es ganz der Wirklichkeit, daß sie in unterschiedlichen Gegenden unterschiedliche Variationen hat. Die von CRITCHFIELD (1957) vorgenommene taxonomische Gliederung erleichtert den Überblick über den Formenreichtum. Bei der Analyse der Nadeln und Zapfen stützt sich CRITCHFIELD darauf, daß *Pinus contorta* 4 Unterarten hat. Bei der Auswertung von Herkunftsversuchen wurde diese Gruppierung von uns als zweckmäßig angesehen und bei der Auswertung der Forschungsergebnisse konnte man sich auf diese Basis stützen.

Die von CRITCHFIELD (1957) festgestellten Unterarten sind folgende:

1. *Pinus contorta* ssp. *contorta*: findet man an der pazifischen Küste von Kalifornien bis nach Alaska. Diese Unterart hat hier ein extremes Aussehen. Sie wächst auch dort, wo andere Arten längst nicht mehr gedeihen. So wie die ssp. *contorta* im nördlichen Verbreitungsgebiet auf zu feuchtem Boden gedeiht, kann man sie im Süden zwischen Felsen, Steinen und Sand sehen. Hier wachsen sogar ssp. *contorta* auf nährstoffarmen und serpantinen Böden.

2. *Pinus contorta* ssp. *bolanderi*: findet man in den begrenzten Gebiet von White Plains bei Mendocino in Kalifornien.

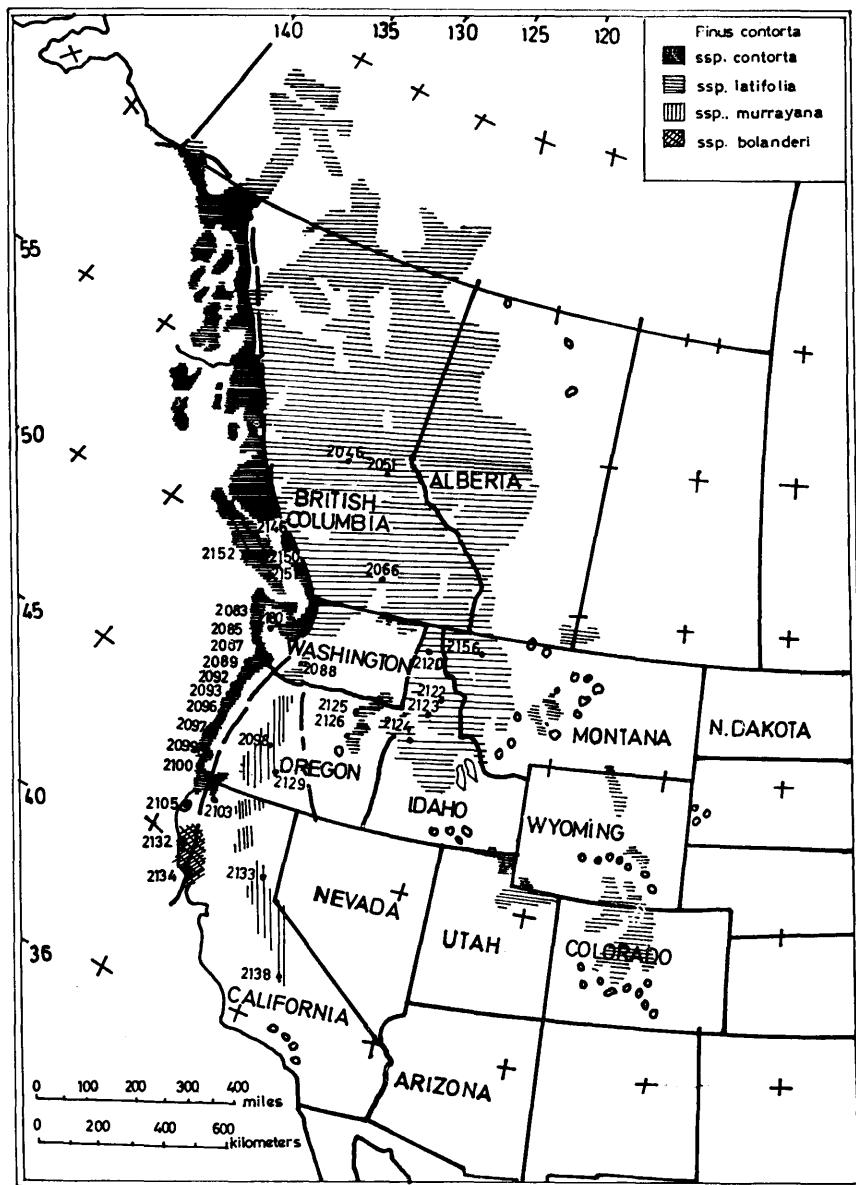


Abb. 1. — Natürliches Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta* Unterarten und Angabe der im Versuch verwendeten Herkünfte.

fornien an der pazifischen Küste. Diese Unterart wächst nur in Buschform auf extrem nährstoffarmen podsolischen Böden ( $\text{pH} = 2,8$  bis 3,9) (JENNY *et al.*, 1969).

3. *Pinus contorta* ssp. *murrayana*: findet man in Kalifornien in der Sierra Nevada und in den Siskiyou Bergen, bis hinauf nach Oregon im Kaskaden Gebirge, auf kleinen Flächen in höheren Regionen. Sie kommen im allgemeinen nur an See- und Flußufern in der Ausführung reiner Bestände vor.

4. *Pinus contorta* ssp. *latifolia*: ist im Landesinnern rund um die Rocky Mountains die weitverbreitetste Unterart. Die in der Vergangenheit in Europa unter dem Namen Murrayana Kiefer oder *Pinus murrayana* Balfour gemachten Herkunftsversuche gleichen denen der ssp. *latifolia* Herkünfte des Landesinnern. Die *latifolia* Unterarten findet man mit vielen Pflanzengesellschaften zusammen. Ebenso wie sie auf trockenen, nährstoffarmen Böden gedeihen kann, entwickelt sie sich am besten auf Böden mit organischen Nährstoffen.

*Pinus contorta* hat im eigenen Lande in den letzten 10 bis 20 Jahren großes Interesse gefunden. Alleine für diese

Baumart wurde im Jahre 1973 ein besonderes Symposium über die Entwicklung von Ökologie und Waldbau veranstaltet (BAUMGARTNER, 1975). LITTLE (1971) stützt sich bei seiner Arbeit über das natürliche Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta* auf Luftaufnahmen. Wie man in der Abbildung 1 sehen kann, hat LITTLE das natürliche Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta* mit unterbrochener Strichlinie in 3 Gebiete eingeteilt. Die *Pinus contorta* verteilen sich folgendermaßen: Das Gebiet östlich der gestrichelten Linie stellt die Inlandsform der ssp. *latifolia* ENGELM., das westliche Gebiet, d. h. die Küstenstreifen, die ssp. *contorta* (Küstenform) und das Gebiet zwischen dem Kaskadengebirge und der Sierra Nevada die ssp. *murrayana* ENGELM. dar.

Das Versuchsmaterial wurde in seinem eigenen natürlichen Verbreitungsgebiet von *Pinus contorta* im westlichen Nordamerika zwischen  $36^{\circ}$  und  $53^{\circ}$  nördlicher Breite und  $114^{\circ}$  und  $125^{\circ}$  westlicher Länge in einer Höhenstufung zwischen 4 m und 2500 m gesammelt. Bei den Versuchen sind aus British Columbia 7 Herkünfte, aus Washington 5 Herkünfte, aus Oregon 15 Herkünfte, aus Kalifornien 4 und

aus Montana 3 Herkünfte, insgesamt 34 Herkünfte, benutzt worden. Diese Herkünfte stammen von den 4 Unterarten und zwar 16 Herkünfte der *spp. contorta*, 2 der *ssp. bolanderi*, 5 der *ssp. murrayana* und 11 der *ssp. latifolia* her.

### 2.1.2. Geländevariationen im natürlichen Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta*

Bei den Herkunftsversuchen muß man unbedingt wissen, wo das Saatgut der Herkünfte her ist, und man muß auch die Form der standörtlichen Verteilung kennen. Darauf ist es beim Einsammeln des Saatgutes wichtig, daß man die physiographischen Eigenheiten des Gebietes kennt. Wenn man irgendeine physikalische Landkarte von Nordwestamerika untersucht, wird man gleich feststellen können, daß die hohen Berge des Landes und auch die Höhen bis zu 600 m von kleinen Ebenen durchbrochen sind. Bekannte Bergketten und tiefe Täler richten sich fast immer in nordsüdlicher Richtung aus.

### 2.1.3. *Pinus contorta*-Aufforstungen in Europa

Das erste Saatgut der *Pinus contorta* kam 1853/1854 nach Europa (England), (DALLIMORE and JACKSON, 1966). Das Interesse der europäischen Forstwissenschaftler für diese Baumart erwachte dadurch, daß die in Finnland gemachten Forschungsarbeiten mit Erfolg beendet wurden. In Finnland wurden die ersten Herkunftsversuche mit *Pinus contorta* im Jahre 1911 durchgeführt, und die Ergebnisse wurden von A. F. TIEGERSTEDT (1922 bis 1926) veröffentlicht. Beim letzten Mal wurde der gleiche Bericht in detaillierter Form von P. M. A. TIEGERSTEDT (1970) veröffentlicht. Diese Untersuchung ergab auch, daß die aus dem Landesinnern stammenden Herkünfte besser wachsen als die einheimischen *Pinus silvestris* Herkünfte und ihre Produktionsleistung überstieg die der einheimischen Kiefer um mehr als 40% bis 50%. METZGER (1928) und LINDFORS (1928) berichteten in ihren Veröffentlichungen über die erfolgreichen Versuche mit *Pinus contorta* in Finnland. *Pinus contorta* machte ihren Namen als schnellwachsende Baumart in der Papier- und Holzherstellung bekannt und auch in Deutschland begann man mit den Forschungsarbeiten für diese Baumart. Allerdings machte man in Deutschland keine weitangelegten Aufforstungen mit dieser Baumart.

In England hatte man im Jahre 1948 mit dem Aufforsten begonnen und ca. 500 000 *Pinus contorta* Pflanzen gepflanzt. Diese Arbeiten wurden in Abständen von 10 Jahren bis 1972 wiederholt und jährlich durchschnittlich 15 Millionen bis 20 Millionen Pflanzen gepflanzt, so daß der Anteil der aufgeforsteten Fläche auf  $\frac{1}{5}$  der gesamten aufzuforstenden Fläche stieg.

Auch in Irland gab es mit dieser Baumart gute Erfolge beim Aufforsten und seit den letzten 30 bis 40 Jahren forstet man auch auf Torfböden auf.

Von den europäischen Ländern hat Schweden das größte Quantum von *Pinus contorta* zur Aufforstung genommen. Im Jahresdurchschnitt werden 50 Millionen Pflanzen gepflanzt. Die aufgeforstete Fläche mit *Pinus contorta* beträgt heute 180 000 ha. Allein in den Jahren 1980/1981 wurden 54 000 ha Fläche aufgeforstet.

Aufforstungen und Forschungsarbeiten mit *Pinus contorta* in geringem Umfang machte man auch in Dänemark, Holland, Polen und auch in der Türkei.

## 2.2 Methoden

### 2.2.1. Anzucht von Pflanzen

Die Aussaat erfolgte in einer staatlichen Baumschule in Alemdag (120 m. ü. NN.) in der Nähe von Istanbul im Jahre 1973. Saatgut von 76 verschiedenen Herkünften von *Pinus contorta*, das von der IUFRO beschafft worden war, wurde mit 3 Wiederholungen gesät. Die bei der Baumschule angewandten Methoden wurden in gleicher Weise bei der Anzucht der Pflanze auf dem Felde angewandt und 2/0 nackte Pflanzen wurden zu Feldversuchen benutzt. Die Endergebnisse über das Wachstum der Pflanzen in der Baumschule der *Pinus contorta* Herkünfte wurden von ŞİMŞEK et al. (1978) veröffentlicht.

### 2.2.2. Anlage der Feldversuche

Wegen geringem Keimungserfolg bei 42 Herkünften in der Baumschule wurden nur 34 Herkünfte in die Feldversuche einbezogen. In der Zeit zwischen Februar und April des Jahres 1975 wurden 5 Feldversuche mit 34 *Pinus contorta* Herkünften in 3 Wiederholungen angelegt. Die Pflanzung erfolgte in der Form von Blockversuchen und auf die Parzellen kamen  $4 \times 4 = 16$  Pflanzen im  $1,5 \times 1,5$  m Verband.

Tabelle 1. — Geographische und Klimatische Angaben der Versuchsflächen für den *Pinus contorta* Herkunftsversuch.

Versuchsfläche	Uşak Banaz	Giresun Erimez	Gemlik Armutlu	Izmit Çenedag	Sinop Bektaşaga
Breitengrad	38° 41'	40° 44'	40° 48'	40° 48'	40° 44'
Längengrad	29° 45'	38° 25'	28° 55'	29° 50'	35° 14'
Höhe u.NN.(m)	950	1340	455	475	155
Exposition	West	Nord	West	Nordwest	Nord
Bodenart	Braunerde Lehm Lehmigen Sand	Sandige Lehm Lehmigen Sand	Braunerde Lehm	Para-braunerde Lehm	Podsolige Braunerde mit Gley- bildung
Mitt. Niederschlag (mm)	553.8	1490.8	884.7	931.1	734.8
Mitt. Temperatur (C)	11.4	7.7	11.9	11.9	13.8

Die geographischen und klimatischen Angaben zu den Versuchsflächen sind in *Tabelle 1* angegeben.

### 2.2.3. Wachstumsmessungen und Beobachtungen auf den Versuchsflächen

Nach der Anlage der Versuchsflächen wurde innerhalb von 3 Jahren das Höhenwachstum und der Schaftdurchmesser der Pflanzen 10 cm über dem Boden gemessen. Im Jahre 1977 wurden Beobachtungen innerhalb der Vegetationsperiode, bei den Herkünften am Anfang und Ende der Vegetation auf die Dauer eines Jahres, sowie die biotischen und abiotischen Schäden bei den Pflanzen durchgeführt.

Die Ergebnisse der in den ersten drei Jahren durchgeführten Arbeiten wurden von *ŞİMŞEK et al.* (1978) veröffentlicht. Wie bei dieser Arbeit hervorgehoben wurde, sind alle *Pinus contorta* Herkünfte auf den Versuchsflächen von Gemlik-Armutlu, Izmit-Çenedag und Sinop-Bektaşaga vom Triebwickler (*Rhyacionia Buoliana*) befallen worden und hatten großen Schaden genommen. Mit der Zeit verschlimmerte sich der Schaden derart, daß die Versuche nicht mehr ausgewertet werden konnten. Was die Versuchsfläche von Usak-Banaz betrifft, so sind schlechte Bodenverhältnisse der Grund dafür, daß in den späteren Jahren der Schadensumfang noch zunahm, und daß der Versuch aus der Bewertung ausgeschlossen werden mußte. Nur auf der Versuchsfläche Giresun-Erimez wurden keine Schäden durch den Triebwickler festgestellt, und da sich die Entwicklung auf dieser Versuchsfläche gut fortsetzte, hielt man sie unter ständiger Kontrolle. Im Jahre 1980 wurden wieder neue Messungen vorgenommen. Auf der Versuchsfläche Giresun-Erimez wurde 1986 am Schluß der Vegetationszeit eine neue Bewertung vorgenommen. Aus diesem Grunde konnten die unten angegebenen Messungen und Bonituren gemacht werden.

#### 2.2.3.1. Messungen und Bonituren beim Wachstum

Auf der Versuchsfläche Giresun-Erimez wurden im Jahre 1986 am Schluß der Vegetationszeit Messungen der Höhe und der Durchmesser an den Pflanzen gemacht. Die Höhen in cm und die d1,3 Durchmesser in mm wurden genau gemessen. Um Stammanalysen zu machen, wurde aus der Mitte von jeder Parzelle ein Baum mittleren Durchmessers für Herkünfte ausgesucht und für die Messungen gleich auf dem Boden gefällt. Bei jedem der gefällten Bäume wurden sorgfältig die Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr (1986 Haupttrieb) in cm gemessen, und die Seitentriebe am obersten Quirl durch Zahlen festgestellt. Außerdem wurde bei den Haupttrieben des letzten Jahres die Länge der Nadeln festgestellt und das Aussehen nach einer einfachen Skala bemessen. Von den gefällten Bäumen wurden pro Stamm in Abständen von 1 m und 1,3 m Stammscheiben entnommen. Die Messungen der Jahrringbreite erfolgte an je 4 Meßriegeln pro Stammscheibe, die radial in den vier Haupthimmelsrichtungen aus den Scheiben herausgeschnitten und an je einer Kante mit einer Klinge porenscharf geglättet wurden. Entlang der so entstandenen Meßspur wurden die Ringbreiten mit einer Genauigkeit von  $1/100$  mm gemessen. Die Wachstumsneigung und der Schaftholzzuwachs der *Pinus contorta* Herkünfte wurde an Hand der Halbdurchmesserwerte und Stammscheibenhöhe festgestellt.

#### 2.2.3.2. Die Bonituren der biotischen und abiotischen Schäden

Um die Schäden durch Schneebruch und Schneedruck auf der Versuchsfläche der *Pinus contorta* Herkünfte feststel-

len zu können, ist die unten angegebene Skala benutzt worden.

0	=	kein Schneebruch- oder Schneedruckschäden
1	=	10% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
2	=	20% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
3	=	30% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
4	=	40% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
5	=	50% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
6	=	60% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
7	=	70% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
8	=	80% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
9	=	90% Schneebruch- oder Schneedruckschäden
10	=	100% Schneebruch- oder Schneedruckschäden

### 3. Zusammenfassung der Ergebnisse

#### 3.1. Höhenwachstum

Um das Höhenwachstum der *Pinus contorta* tabellarisieren zu können, hat man ein Modell aufgestellt, das das jährliche Wachstum in Beziehung auf die Jahresringbreiten um die Achse herum und über die allgemeine Verteilung der Werte auf den Achsen darstellt.

$$I_h = A_0 + A_1 \exp(-1/C \text{ ABS}(A_i/A-1)^n) \quad (1)$$

Bei diesem Modell bedeutet:

$I_h$  = Jährliches Höhenwachstum des Baumes (m);  
 $-1/C$  = Höhenentwicklung, S-Krümmungsbruch-Koeffizient (Für jeden Probebaum verschieden);  
 $A_i$  = Alter des Baumes auf den verschiedenen Höhen ( $i = 1, 2, \dots, A$  Jahre);  
 $A$  = Alter des Baumes;  
 $n$  = Gleichheit bei oberster Gradstufe;  
 $\exp(e)$  = normale Logarithmen (EULER Koeffizient,  $e = 2,71828$ );  
 $\text{ABS}$  = absoluter Wert;  
 $A_0, A_1$  = Regressionskoeffizient.

Angaben der Höhe und  $n$ -Werte der *Pinus contorta* Herkünfte finden sich in *Tabelle 2*. Im Höhenwachstum bestehen zwischen den Herkünften hochsignifikante Unterschiede (0,01). Auf der Versuchsfläche Giresun-Erimez hat sich als besonders gutwüchsig die IUFRO Nr. 2087 aus Washington, die IUFRO Nr. 2089 Manzanita aus Oregon *spp. contorta* herausgestellt ( $n = 5,0$ ). Dagegen zeigt die IUFRO Nr. 2046 aus British Columbia-Bowron River *spp. latifolia* das geringste Wachstum ( $n = 1,8$ ).

Der Wachstumsverlauf der Unterarten der *Pinus contorta* Herkünfte wird der Reihenfolge nach erläutert.

#### 1. *Pinus contorta* *spp. contorta* (Küstenform):

Auf der Versuchsfläche bei 14 Herkünften wurden Messungen durchgeführt. Die Herkünfte stammen von dem Küstengebiet, aus einer Höhe von 200 m ü. NN., aus Kalifornien, Oregon, Washington und British Columbia. Als besonders gutwüchsig haben sich folgende Herkünfte der Küstenform erwiesen: Die IUFRO Nr. 2087 Long Beach aus Washington, die IUFRO Nr. 2089 Manzanita aus Oregon und die IUFRO Nr. 2146 Lund aus British Columbia. Wie aus der *Tabelle 2* zu ersehen ist, besitzen diese Herkünfte das schnellste Wachstum (auf der *Tabelle 2* zeigt "n" die Schnellwüchsigkeit; je höhere "n" Werte, desto schnellere Wüchsigkeit der Herkünfte).

Die Herkunft Nr. 2087 aus Washington - Long Beach hatte bei den Herkunftsversuchen mit *Pinus contorta* in Deutschland beste Entwicklungen gezeigt (STEPHAN, 1976, 1980).

Überdurchschnittlich gutes Wachstum besitzen auch Herkünfte der Küsten-Regionen, die IUFRO Nr. 2150 und

Tabelle 2. — Angaben der Höhe und n Werte der *Pinus contorta* Herkünfte auf der Versuchsfläche Giresun-Erimez

Herkunft Nr.	Staat	Hohe (m)	Durchmesser (cm)	"n" Werte	Die Länge des Haupt- triebes(cm)	Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl
<i>Pinus contorta</i> ssp. <i>contorta</i>						
2084	Washington	6.40	8.2	3.2	90.0	4
2085	Washington	6.20	11.0	3.6	74.0	6
2087	Washington	7.86	10.1	5.0	80.0	8
2089	Oregon	7.80	10.3	5.0	102.0	6
2092	Oregon	6.10	8.0	3.8	75.0	5
2093	Oregon	6.70	10.2	3.2	69.0	5
2096	Oregon	6.40	8.5	3.2	100.0	7
2099	Oregon	6.80	9.2	3.8	83.0	7
2100	Oregon	6.60	9.1	4.0	70.0	5
2105	Kalifornien	5.70	7.4	2.4	50.0	8
2146	Br.Columbia	7.60	10.0	4.0	80.0	10
2150	Br.Columbia	6.80	9.2	3.2	72.0	5
2151	Br.Columbia	6.50	7.2	4.0	83.0	5
2152	Br.Columbia	6.60	10.3	4.0	63.0	7
<i>Pinus contorta</i> ssp. <i>bolanderi</i>						
2134	Kalifornien	6.80	11.5	3.2	70.0	8
<i>Pinus contorta</i> ssp. <i>murrayana</i>						
2098	Oregon	4.45	5.9	2.4	43.0	5
2129	Oregon	5.20	6.8	2.4	62.0	3
<i>Pinus contorta</i> ssp. <i>latifolia</i>						
2046	Br.Columbia	3.20	4.7	1.8	46.0	4
2051	Br.Columbia	5.70	6.2	2.4	70.0	3
2066	Br.Columbia	6.80	6.8	5.0	48.0	3
2088	Washington	5.00	4.1	2.2	60.0	4
2120	Montana	5.50	8.0	3.6	36.0	4
2122	Montana	5.30	7.8	3.2	74.0	3
2123	Oregon	5.80	7.8	3.2	64.0	4
2124	Oregon	5.80	9.0	3.0	66.0	4
2125	Oregon	5.30	7.7	2.4	40.0	4
2126	Oregon	6.15	8.1	3.6	76.0	3
2153	Montana	6.35	10.0	3.8	68.0	4

2152 aus British Columbia und die IUFRO Nr. 2099, 2093 und 2100 aus Oregon, obwohl hier stärker differenziert werden muß.

#### 2. *Pinus contorta* ssp. *bolanderi* (Küstenform):

Diese Unterart ist mit 2 Herkünften aus Kalifornien vertreten. Allerdings mußten die auf der Versuchsfläche befindlichen Herkünfte IUFRO Nr. 2132 und die IUFRO Nr. 2134 zu 80% aus dem Versuchsort entfernt werden, weil sie Schneebruch- und Schneedruckschäden hatten. Obwohl die übriggebliebenen Pflanzen der IUFRO Nr. 2134 ein ziemlich schnelles Wachstum zeigten, wird aus den obengenannten Gründen nicht weiter auf sie eingegangen.

#### 3. *Pinus contorta* ssp. *murrayana* (Inlandform):

Diese Unterart ist mit 3 Herkünften aus Kalifornien und 2 Herkünften aus Oregon insgesamt mit 5 Herkünften vertreten. Leider mußten die aus Kalifornien stammende Herkünfte ganz aus dem Versuchsort entfernt werden, weil sie durch Schneebruch- und Schneedruckschäden Schaden genommen hatten; nur die aus Oregon stammenden Herkünfte IUFRO Nr. 2098 und 2129 haben überlebt. Diese Herkünfte haben ungefähr das gleiche Wachstum wie ssp. *latifolia*.

#### 4. *Pinus contorta* ssp. *latifolia* (Inlandform):

Diese Unterart ist mit 11 Herkünften auf dem Versuchsort vertreten und die Messungen und Beobachtungen haben sich über diese Herkünfte verdichtet. Die hier genannten Herkünfte kamen aus Oregon, Washington, British Columbia und Montana. Diese Unterart ist die weitverbreitetste im natürlichen Verbreitungsgebiet der *Pinus contorta*. Die Herkünfte sind im allgemeinen zwischen 44° bis 53° Breitengrad und 114° bis 122° Längengrad bis zu Höhen zwischen 600 m bis 1525 m über dem Meeresspiegel verteilt. Aus dieser Verteilung läßt sich leicht ersehen, daß es zwischen den Inlandformen der Herkünfte große Variationen im Höhenwachstum gibt. Die Gründe für diese erwartende Variation darzulegen, ist noch schwerer als bei den anderen Unterarten. Im allgemeinen gesehen ist die Wachstumsleistung der Inlandherkünfte geringer als die der Küstenformherkünfte. Als besonders gutwüchsig hat sich die IUFRO Nr. 2066 Inonoaklin aus British Columbia herausgestellt. Diese Herkunft hatte im Hinblick auf die Jahre ein schnelles Höhenwachstum verwirklicht (siehe Tab. 2. Mit "n" = 5,0 angegeben).

Auf dem Versuchsort Giresun-Erimez war im Hinblick auf die Jahre das Höhenwachstum der Herkünfte sehr verschieden. Bei den Untersuchungen in der Baumschule hat

sich herausgestellt, daß die 2jährigen, nicht verschuldeten Sämlinge der IUFRO Nr. 2134 aus Kalifornien am meisten gewachsen waren und daß diese Herkunft auch schon in den ersten 3 Jahren bei den Feldversuchen dies mit Erfolg fortsetzte. Später wurde im Hinblick auf die Messungen im Jahre 1980 (6 Jahre nach der Pflanzung) auf dem Versuchsort festgestellt, daß die Herkunft IUFRO Nr. 2134 aus Kalifornien, die innerhalb der ersten 3 Jahre gut gewachsen war, mit 2,35 m an 11. Stelle stand und am Ende des Jahres 1986 mit 6,80 m an 7. Stelle (Abb. 2). In den ersten 6 Jahren gab es keine Schäden durch Schneebrech und Schneedruck, erst in späteren Jahren machten sie sich bemerkbar. Auf dem Versuchsort beträgt die Schneehöhe durchschnittlich 2 m. Vom Jahre 1980 an machten sich die Schneebrech- und Schneedruckschäden bei den Pflanzen über 2 m bemerkbar.

Wie man aus der Abbildung 2 sehen kann, kam die auf dem Versuchsort am Ende des 12. Jahres besonders gut wachsende Herkunft IUFRO Nr. 2087 aus Washington - Long Beach im ersten Jahr mit einem Durchschnitts-

wachstum von 15 cm in der Baumschule nur auf den 21. Platz, nach dem 3. Jahr mit einer Durchschnittshöhe von 66 cm auf den 15. Platz, am Ende des 6. Jahres mit einer Durchschnittshöhe von 2,39 m auf den 9. Platz und am Ende des 12. Jahres mit 7,86 m auf den 1. Platz. Auf Abbildung 2 wird die Verschiebung der Reihenfolge der Herkünfte innerhalb der Jahre gezeigt. Wie man auf Abbildung 2 sehen kann, hat es in den Jahren 1980/1986 große Unterschiede im Höhenwachstum der Herkünfte gegeben. Dies zeigt, daß man von den in höheren Lagen angelegten Herkunftsversuchen erst nach einer langen Periode Versuchsergebnisse erzielt.

### 3.2. Durchmesserentwicklung

Um den jährlichen Durchmesserzuwachs der *Pinus contorta* Herkünfte darstellen zu können, hat man ein Modell aufgestellt, das die in Brusthöhe (d1,3) genommenen Stammabschnitte und die im Laufe des Jahres um die Achse herum verteilten Jahresringe errechnet.

$$Id = A_0 + A_1 (A\text{-Alter}) + A_2 (A\text{-Alter})^2 \quad (2)$$

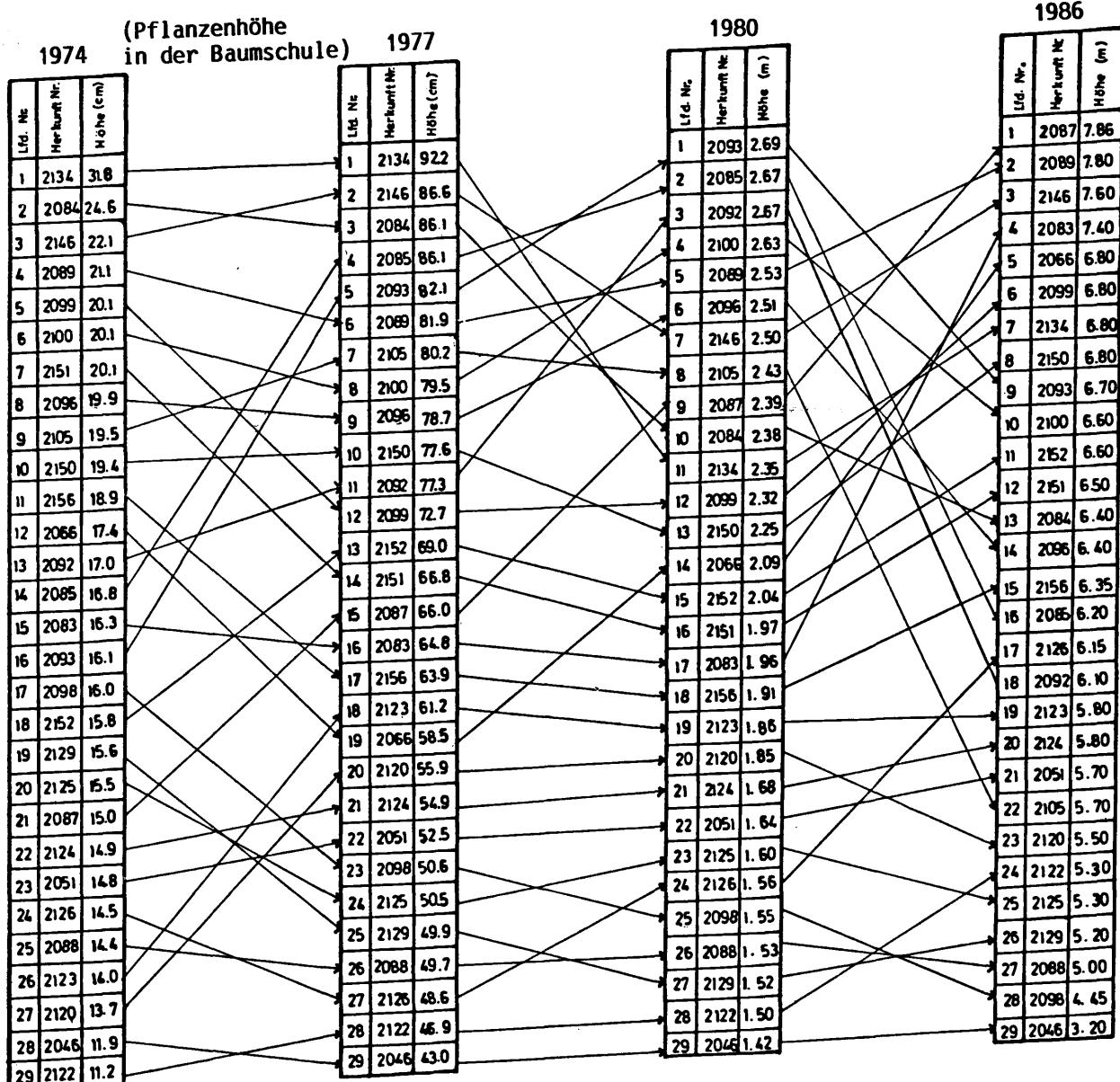


Abb. 2. — Rangänderung der arithmetischen Mittelhöhen der *Pinus contorta* Herkünfte auf dem Versuchsort 1974 bis 1986.

In dieser Beziehung:

$Id$  = Durchmesserentwicklung des Baumes d1,3 in Brusthöhe (m);

$A$  = Alter der Stammscheibe des Baumes d1,3 in Brusthöhe (Jahr);

$A_0, A_1, A_2$  = Regressionskoeffizienten;

Nach den in diesem Modell errechneten Angaben kann man sehen, daß bei einigen Herkünften die jährliche Durchmesserentwicklung nicht gleichmäßig ist. Auf dem Versuchsort zwischen den *Pinus contorta* verschiedener Herkünften ergaben sich varianzanalytisch signifikante Herkunftsunterschiede. Die Durchmessermittelwerte sowie die Rangfolge der Herkünften stimmten mit der im Merkmal Höhenwachstum weitgehend überein.

### 3.3. Einflüsse auf das Wachstum durch geographische Breiten und Höhenlagen ü. NN.

Bei den gewonnenen Meßergebnissen der *Pinus contorta* verschiedener Herkünften auf dem Versuchsort wurden bei gefällten oder noch wachsenden Bäumen Verbindungen der Zahlenwerte zwischen dem Breitengrad des Herkunftsgebietes und der Höhenlage gesucht. Im allgemeinen stimmt diese Verbindung und darum wurde folgende Formel aufgestellt und die Koeffizienten und statistische Zahlen danach errechnet.

$$hi = 8,37252 - 0,035927 (E) - 0,0010146 (Y) \quad (3) \\ (2,04859) \quad (0,004418) \quad (0,0002399)$$

Die in den Klammern angegebenen Werte sind die Standardfehler der Koeffizienten.

$hi$  = Höhe des Baumes (m);

$E$  = Breitengrad;

$Y$  = Höhenlage (m).

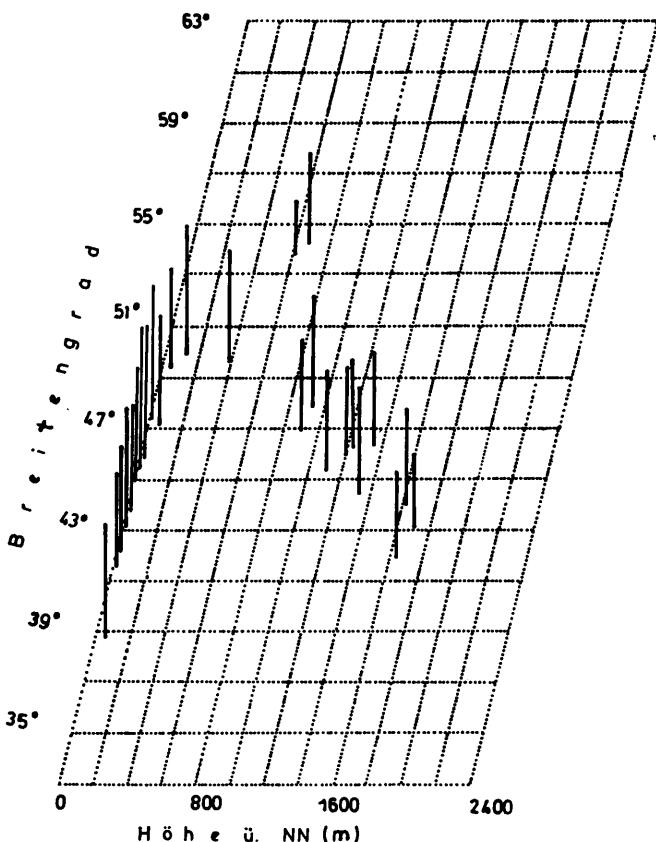


Abb. 3. — Die Beziehungen zwischen der Baumhöhe und dem Breitengrad sowie der Höhe ü. NN.

Veränderungen bei den Korrelationskoeffizienten:

Baumhöhe

Breitengrade  $-0,106$  NS

Höhenlage  $-0,632$  (0,05 signifikant)

Obwohl es zwischen dem Wachstum und dem Breitengrad der *Pinus contorta* Herkünften auf dem Versuchsort von Giresun-Erimez keine signifikanten Unterschiede gibt, so sieht man doch, daß das Wachstum in Höhenlagen über dem Meeresspiegel abnimmt. Mit anderen Worten, aus je höheren Lagen die Herkünften stammen, um so geringer ist ihr Wachstum. Dies ist in der Abbildung 3 schematisch dargestellt.

### 3.4 Länge des Haupttriebes und die Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl in Beziehung mit der Höhe des Baumes

In der Tabelle 1 sind vom letzten Jahr die Längen des Haupttriebes und die Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl von den für die Stammanalyse gefällten Bäumen in dem Versuchsort angegeben. Die festgestellten Werte sind mit der Baumhöhe in Beziehung gebracht worden. In allgemeinen stimmt diese Beziehung auch und folgende Formel wurde aufgestellt und Koeffizienten und statistische Zahlen errechnet.

$$Sn = 13,6717 + 2,10147(DS) + 10,5243 (h) \quad (4) \\ (7,6367) \quad (1,81884) \quad 3,29120$$

Die in den Klammern angegebenen Werte sind Standardfehler der Koeffizienten.

$Sn$  = Länge des Haupttriebes (cm);

$DS$  = Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl;

$h$  = Höhe des Baumes (m).

Veränderungen bei den Korrelationskoeffizienten:

Baumhöhe

Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr

0,502 NS

Anzahl der Seitenzweige

0,516 Ns

Wie man sieht, nimmt die Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr und die Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl mit dem Höhenwachstum des Baumes in gleicher Form nicht signifikant zu. Wie aus der Tabelle 1 zu ersehen ist, sind die Haupttriebe vom letzten Jahr bei den Herkünften *ssp. contorta* länger als die Herkünften *ssp. latifolia* und auch die Anzahl der Seitenzweige ist höher.

### 3.5 Die Höhe des Baumes in Beziehung zu dem Breitengrad, der Höhenlage, der Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr und der Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl

Um den Vorgang erklären zu können, muß man die Höhe der *Pinus contorta* verschiedener Herkünften, sowie die unter Nr. 3 und 4 angegebenen Veränderungen zusammen in die Berechnungen einbeziehen. Die mit diesen Gleichungen errechneten Koeffizienten und statistische Zahlen sind nachfolgend angegeben.

$$hi = 3,87091 + 0,0005334 (E) - 0,0004423 (Y) \\ (2,9329) \quad (0,0004711) \quad 0,0000367 \\ + 0,020625(Sn) + 0,171845(DS) \\ (0,0001022) \quad (0,0117126)$$

Die in den Klammern angegebenen Werte sind Standardfehler der Koeffizienten.

Veränderung bei den Koeffizienten:

	Baumhöhe	Breitengrad	Höhe ü. NN.	Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr
Baumhöhe	—			
Breitengrad	—0,108	—		
Höhe ü. NN.	—0,632*	—0,024	—	
Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr	0,502	—0,149	—0,446	—
Anzahl der Seitenzweige am o. Quirl	0,515	—0,253	—0,635**	0,095

\* = Signifikant 5%

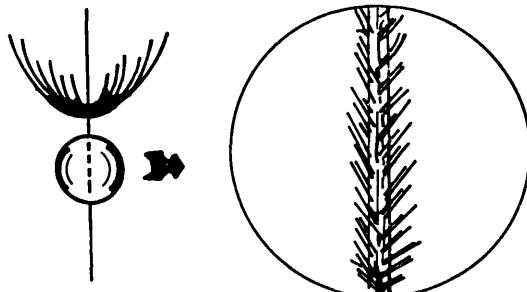
\*\* = Signifikant 1%

Wie man bei den Koeffizienten sieht, je mehr sich die Herkünfte von der Meereshöhe in höheren Lagen entfernen, desto mehr nimmt auch die Zahl der Seitenzweige am obersten Quirl ab. Die Herkünfte, die wenige Seitenzweige am obersten Quirl haben, kommen aus höheren Lagen und sind somit Inlandformen. Wie man auf dem Versuchsort festgestellt hat, haben die Inlandformen mit wenigen Seitenzweigen auf den Zweigen in breiten Abständen lange Nadeln, bei den Küstenformen dagegen sind die Nadeln kurz und dicht (Abb. 4).

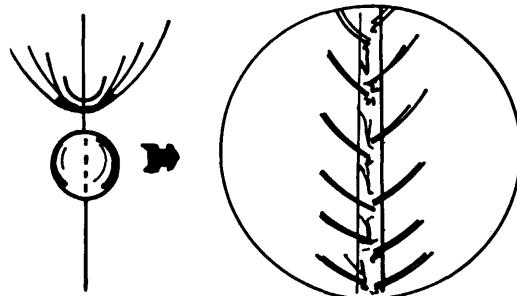
### 3.6 Biotische und abiotische Schäden

Nach den Beobachtungen auf dem Versuchsort ist man bei keiner der Herkünfte auf Krankheiten oder Schäden getroffen. Allerdings hat man bei den *Pinus contorta* verschiedener Herkünfte im großen Umfang Schäden durch Schneebruch und Schneedruck festgestellt. Der Schadensumfang ist in Tabelle 3 angegeben.

Wie zu sehen ist, sind am Ende des 12. Jahres alle aus Kalifornien stammenden Herkünfte wegen Schneebruch- und Schneedruckschäden aus dem Versuchsort entfernt worden.



Küstenherkünfte: Viele Seitenzweige, dichte und kurze Nadeln



Inlandherkünfte: Wenige Seitenzweige, breite und lange Nadeln

Abb. 4 — Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl der *Pinus contorta* Typen (Inland-Küstenform) und die Lage der Nadeln des Haupttriebes.

Obwohl bei den aus Oregon und Süd-Washington stammenden *Pinus contorta* Herkünfte *ssp. contorta* (Küstenform) Schneebruchschäden bis zu 70% registriert wurden, sind, wie man sieht, die aus Nord-Washington und British Columbia stammenden Herkünfte der Küstenform davon nicht betroffen worden.

Was die *Pinus contorta* Herkünfte *ssp. latifolia* betrifft, so ist nur bei der IUFRO Nr. 2088 aus Washington ein 30%iger Schneebruchschaden festgestellt worden, bei den anderen Herkünften hingegen ist man auf keinerlei Schäden durch Schneebruch oder Schneedruck gestoßen.

## 4. Diskussion und Schlußfolgerung

### 4.1. Höhenwachstum

Die auf dem Versuchsort von Giresun-Erimez angelegten 34 Herkünfte von *Pinus contorta* zeigten am Ende des 12. Jahres bei den Untersuchungen im Hinblick auf das Höhenwachstum sehr bedeutende Unterschiede.

Am Ende der Auswertungen über das Höhenwachstum wurden die IUFRO Nr. 2087 (Washington - Long Beach), 2089 (Oregon - Manzanita) und 2146 (British Columbia - Lund) Küstenformen als schnellwachsende Herkünfte ersten Grades registriert. Was den zweiten Grad betrifft, so haben folgende Herkünfte ein schnelles Wachstum gezeigt: Die IUFRO Nr. 2066, 2150, 2151, 2152 (aus British Columbia), 2093, 2099, 2100 (aus Oregon) und die IUFRO Nr. 2084, 2085 (aus Washington). Um die zu erwartende Höhe der Herkünfte nach 20 Jahren zu errechnen, hat man ein Computerprogramm benutzt und die entsprechenden Werte ermittelt. Die Zahlen zeigen, daß die Herkünfte in diesem Zustand ihr Wachstumstempo fortsetzen werden (Tab. 4).

Auf dem Versuchsort hat man bei allen Herkünften, außer den auf der Tabelle 4 angegebenen Herkünften, ein langsames Höhenwachstum beobachtet.

Wie man aus der Tabelle 4 ersehen kann, haben auf dem Versuchsort das schnellste Höhenwachstum die Herkünfte von *Pinus contorta* *ssp. contorta* der Küstenform gezeigt. Innerhalb dieser Gruppe befindet sich nur eine Herkunft IUFRO Nr. 2066 *ssp. latifolia* (Inlandform). Von der Wuchsleistung her ungeeignet, zumindest für das Schwarze Meer Gebiet im Osten der Türkei, sind die aus Kalifornien, Süd Oregon und Nord British Columbia. Die von uns gemachten Feststellungen stehen in vollem Einklang zu den Ergebnissen von STEPHAN (1976, 1980) und LINES (1976).

Es ist ganz natürlich, daß man *Pinus contorta* zur Aufforstung empfiehlt, nur sollte man sich nicht dabei allein auf das Höhenwachstum stützen. Wichtiges Kriterium ist vielmehr die gesamte Reaktion auf hiesige Standortbedingungen, die sich u. a. in der Mortalität infolge abiotischer und biotischer Schadfaktoren ausdrückt.

Tabelle 3. — Schneebruchschäden von *Pinus contorta* Herkünfte.

Herkunft Nr.	Staat	Schneebruch (%)
Pinus contorta ssp. contorta		
2083	Washington	0
2084	"	0
2085	"	0
2087	"	70
2089	Oregon	70
2092	"	10
2093	"	70
2096	"	50
2097	"	100
2099	"	50
2100	"	50
2105	Kalifornien	60
2146	Br. Columbia	0
2150	"	0
2151	"	0
2152	"	0
Pinus contorta ssp. bolanderi		
2132	Kalifornien	100
2134	"	80
Pinus contorta ssp. Murrayana		
2098	Oregon	0
2103	Kalifornien	100
2129	"	40
2133	"	100
2138	"	100
Pinus contorta ssp. latifolia		
2046	Br. Columbia	0
2051	"	0
2066	"	0
2088	Washington	30
2120	Montana	10
2122	"	10
2123	Oregon	0
2124	"	0
2125	"	0
2126	"	0
2156	Montana	0

Tabelle 4. — Nach 20 Jahren auf dem Versuchsort zu erwartende Mittelhöhe von den schnellwachsenden Herkünften von *Pinus contorta*.

Herkunft Nr.	Staat	Unterart	Mitt. Höhe	Nach 20
			nach 12 Jahren (m)	Jahren zu erwartene Mitt. Höhe (m)
2087	Washington	ssp. contorta	7.86	9.75
2089	Oregon	ssp. contorta	7.80	9.25
2146	Br. Columbia	ssp. contorta	7.60	9.25
2150	Br. Columbia	ssp. contorta	6.80	8.15
2066	Br. Columbia	ssp. latifolia	6.80	7.90
2099	Oregon	ssp. contorta	6.80	8.50
2093	Oregon	ssp. contorta	6.70	8.19
2152	Br. Columbia	ssp. contorta	6.60	7.73
2151	Br. Columbia	ssp. contorta	6.60	7.61
2100	Oregon	ssp. contorta	6.60	7.53
2084	Washington	ssp. contorta	6.40	7.50
2085	Washington	ssp. contorta	6.20	7.15

#### 4.2. Durchmesserentwicklung

Auf dem Versuchsort der *Pinus contorta* verschiedener Herkünfte sind im Bezug auf die Durchmesserentwicklung sichtbare Unterschiede festgestellt worden. Insbesondere der  $1,5 \times 1,5$  m Verband, der bei den Versuchen angelegt

wurde, ist bei dem Verbandeffekt als wichtig angesehen worden. Den Messungen nach beträgt der Durchmesser der Herkünfte ( $d_{1,3}$ ) mit Rinde durchschnittlich zwischen 4 cm bis 11,5 cm (Tab. 2). In gleicher Weise schwanken die

Jahrringbreite zwischen 3 mm bis 17 mm beim Durchmesser (d1,3).

Für die Durchmesserentwicklung errechnete Regressionskoeffizienten und statistische Zahlen zweiten Grades beziehen sich auf die Verbindungen zwischen dem jährlichen Durchmesserzuwachs und dem Alter. Beim Prüfen der Koeffizienten haben manche Herkünfte negative Werte. Dieser Zustand zeigt bei fast allen Herkünften an, daß der jährliche Durchmesserzuwachs bei den Einzelbäumen der Herkünfte, vom Höchstwert aus gesehen, fällt.

Ich bin der Meinung, daß die Verminderung in der Durchmesserentwicklung darauf zurückzuführen ist, daß bei dem Versuch zwischen den Pflanzen der Verband zu gering war. Offen gesagt, die auf diese Art angepflanzten schnellwachsenden Baumarten hätten vor dem 10. Jahr durchgeforscht werden müssen.

#### 4.3. Beziehungen zwischen Baumhöhe, Breitengrad und Höhenlage

Daß sich der Einfluß durch Breitengrad und Höhenlage beim Wachstum und der Entwicklung der Herkünfte auch im eigenen natürlichen Verbreitungsgebiet auswirkt, ist natürlich. Aus diesem Grunde wurde auf dem Versuchsort beim Wachstum eine Beziehung zwischen dem Breitengrad und der Höhenlage des Landes gesucht aus dem die Herkünfte kommen.

Den Berechnungen zufolge wurde festgestellt, daß zwei wichtige Einflüsse das Wachstum begrenzen, und zwar Breitengrad und Höhenlage. Aus Forschungsmaterial ist zu erkennen, daß beim Höhenwachstum der Breitengrad keine große und wichtige Rolle spielt, dagegen wirkt sich die Höhenlage sichtlich aus. Mit anderen Worten, das verminderte Höhenwachstum auf dem Versuchsort Giresun-Erimez ist davon abhängig, daß die Höhenlage der Herkünfte gegenüber dem Herkunftsland angestiegen ist. Natürlich wird sich der Breitengrad  $\times$  Höhenlage Einfluß weiterhin auf das Höhenwachstum vermindert auswirken. Mit der Erhöhung des Breitengrades, also in Richtung Norden hinauf und dem Anbringen der Herkünfte in oberen Höhenlagen wird sich das Wachstum noch mehr verringern. Bei den von STEPHAN (1980) gemachten Untersuchungen hat man ähnliche Ergebnisse bei den Herkunftsversuchen der *Pinus contorta* ssp. *contorta* registriert.

Für die Herkünfte, die dem Breitengrad nach auf dem Versuchsort überdurchschnittlich gutes Wachstum gezeigt haben, konnte man als Grenze den 50. Breitengrad angeben. Die Herkünfte, die aus noch nördlicheren Gebieten kamen, hatten ein unterdurchschnittliches Höhenwachstum. Deswegen muß der 50. Breitengrad als nördlichste Grenze bei der Saatguteinfuhr für die Türkei bestimmt werden.

#### 4.4. Beziehungen zwischen der Höhe des Baumes, der Länge des Haupttriebes vom letzten Jahr und der Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl

Die Auswertungen haben ergeben, daß bei den Herkünften auf dem Versuchsort bei zunehmendem Höhenwachstum auch die Länge des Haupttriebes und die Anzahl der Seitenzweige am obersten Quirl zunimmt. Es ist festgestellt worden, daß die Herkünfte der *Pinus contorta* ssp. *contorta* (Küstenform) schneller wachsen als die Herkünfte der ssp. *latifolia* und außerdem die Länge des Haupttriebes und auch die Anzahl der Seitenzweige größer ist als die bei den ssp. *latifolia* (siehe Tab. 2 und Abb. 4).

Wie in der Abbildung 4 zu sehen ist, sind die Nadeln auf dem Haupttrieb der Herkünfte ssp. *contorta* kürzer als

bei den ssp. *latifolia*, aber dafür dichter. Was die Herkünfte ssp. *latifolia* betrifft, so sind ihre Nadeln im Vergleich zu den Herkünften ssp. *contorta* länger und die Abstände sind breiter. Die gleichen Feststellungen wurden auch in Schottland von CANNEL (1976) gemacht.

#### 4.5. Biotische und abiotische Schäden

Wie man auf dem Versuchsort festgestellt hatte, waren am meisten die Herkünfte aus Kalifornien und Süd Oregon dem Schneebrech und Schneedruck ausgesetzt. Von diesen Herkünften mußten fast alle aus dem Gelände entfernt werden. Die vom Schneebrech betroffenen Herkünfte schließen auch die Unterarten *Pinus contorta* ssp. *bolanderi* und ssp. *murrayana* ein. Außer diesen Herkünften sind besonders die Herkünfte ssp. *contorta* (Küstenform) vom Schneedruck und Schneebrech betroffen, und zwar die aus Kalifornien (2105) und die aus Süd Oregon (2097, 2089, 2096, 2099, 2100). Bei den Herkünften aus Nord Washington, British Columbia und Montana sind fast keine Schneebrechschäden vorgekommen. ROHMEDE und MEYER (1952) teilen mit, daß alle Herkünfte der Küstenformen in Süddeutschland vom Schneebrech betroffen wurden.

Die *Pinus contorta* ist auch für die Türkei als passende und schnellwachsende Baumart festgestellt worden. Nur in niedrigen Lagen, besonders im westlichen Gebiet des Schwarzen Meeres und des Marmara Meeres, in einer Höhe bis zu 500 m, wurden alle Herkünfte bei den Versuchsserien mit *Rhyacionia buoliana* (Kieferntriebwickler) befallen und beim Wachstum des Haupttriebes gab es in anhaltender Form Abbrüche und Degenerationen und die Bäume nahmen Buschformen an. Aus diesem Grunde ist bei uns darauf verzichtet worden, in den Küstengebieten, wo Schäden durch den *Rhyacionia buoliana* möglich sind, *Pinus contorta* aufzuforsten (ŞİMŞEK et al., 1978).

Im Hinblick darauf, daß wir in niedrigen Höhenlagen keine *Pinus contorta* anpflanzen werden, müssen wir uns bei den Aufforstungen in höheren Lagen die Schäden durch Schnee vor Augen halten und bei den Herkünften Selektionen vornehmen. Wie STEPHAN (1980) von seinen Herkunftsversuchen berichtete, gab es in Norddeutschland Schäden durch den *Rhyacionia buoliana* und in Süddeutschland in größerem Umfang Schäden durch Frost und Schneebrech. Die von STEPHAN (1980) sowohl im Hinblick auf die *Rhyacionia buoliana* als auch auf die Schneebrech und umgestürzten Bäume gemachten Feststellungen sind auch von uns auf dem Versuchsort in Giresun-Erimez registriert worden und finden eine große Übereinstimmung.

Das Hauptergebnis ist wohl die Feststellung, daß

1. Für das im Osten des Schwarzen Meeres gelegene Gebiet wird für die Aufforstungen in Höhen über 1250 m ü. NN. die sowohl schnellwachsende, als auch gegen Schneebrech widerstandsfähigen Herkünfte 1. Grades IUFRO Nr. 2146 aus British Columbia Lund vorgeschlagen. Von den Herkünften 2. Grades können wieder die IUFRO Nr. 2150 aus British Columbia *Qualicum* und die IUFRO Nr. 2066 aus British Columbia *Inonoaklin* vorgeschlagen werden. Die hier genannten ersten zwei Herkünfte gehören der Unterart ssp. *contorta* (Küstenform) und die dritte der ssp. *latifolia* (Inlandform) an.
2. Die Herkünfte IUFRO Nr. 2146 und 2150, die auf dem Versuchsort das beste Wachstum gezeigt haben, kommen aus den Küstengebieten von Süd British Columbia zwischen dem 49° bis 50° Breitengrad. Aus diesem Grunde muß unbedingt der Saatguttransfer in die Türkei aus diesem

Gebiet erfolgen. Obwohl die Herkunft IUFRO Nr. 2066 aus British Columbia *Inonoaklin* eine Inlandform ist, hat sie sich als gutwüchsig und als widerstandsfähig gegen abiotische Schäden gezeigt. Ferner kommt diese Herkunft aus einem nördlicheren Gebiet vom 49° Breitengrad (Das Saatgut der Herkunft Nr. 2146 aus British Columbia kommt aus der Saatgutzone 1040, das Saatgut der Herkunft Nr. 2150 kommt aus dem gleichen Staat aus der Saatgutzone 1020). 3. Im Osten des Schwarzmeergebietes sollte man in den Höhenlagen zwischen 1200 m bis 2000 m, wo aus verschiedenen Gründen die Aufforstungen keinen Erfolg hatten, trotz allem einer potentiellen Aufforstung mit den oben genannten *Pinus contorta* Herkünften Platz geben, um wenigstens 10% der Holzproduktion für Papier zu decken. 4. Es ist festgestellt worden, daß sich *Pinus contorta* Herkünfte auch über der Baumgrenze von 2500 m im Osten des Schwarzmeer Gebietes anbauen lassen (Eyüboğlu, 1986). Nach den Feststellungen von Eyüboğlu gab es auf den Flächen über der Baumgrenze beim Wachstum zwischen den Herkünften kaum einen Unterschied. In diesen Gebieten ist es empfehlenswert, sich auf Herkünfte zu stützen, die Überlebenschancen haben und daher hat man die Herkunft Idaho - Fremont empfohlen. Diese Herkunft kommt vom 40° Breitengrad und aus 2300 m Höhe ü. NN. Bei den für Saatguttransfer benutzten Grundregeln geht man von der Hypothese aus, daß für je 100 m Höhenstieg sich der Breitengrad um 1° Grad erhält; davon ausgesehen mußten diese Herkünfte so behandelt werden, als kämen sie aus einem nördlichen Gebiet von 63° Breitengrad. Aus diesem Grunde kann man sie auch außerhalb der Waldgrenze des östlichen Schwarzmeer Gebietes in 2500 m pflanzen. Grundsätzlich kann die *Pinus contorta* unter schlechtesten Bedingungen, sogar als Pionierbaum gepflanzt werden. Im Osten des Schwarzmeergebietes, über der Baumgrenze, wo das nahe dem Wald auf Almen lebende Volk seinen Brennholzbedarf mit Überfällen auf die produktiven Fichtenwälder deckt, in der Absicht diese zu verringern, hat man es für möglich gehalten, die an diese Wälder angrenzende Baumgrenze mit *Pinus contorta* Herkünften aufzuforsten. 5. Bei *Pinus contorta* Aufforstungen ist der Verband zwis-

schen den Pflanzen sehr wichtig, darum muß zuerst der Verband festgestellt werden. Bei *Pinus contorta* Aufforstungen in höheren Lagen hat man einen Verband von 2 × 2,5 m als geeignet angesehen.

## Literatur

- BAUMGARTNER, D. M. (Editor): Management of lodgepole pine ecosystems: symposium proceedings. 2 vols. Coop. Ext. Serv., Wash. State Univ., Pulman (1975). — CANNEL, M. G. R.: Some causes and consequences of differences in height growth and branch frequency on differing provenances of *Pinus contorta*. *Pinus contorta* provenance studie (R. LINES: Editior). (1976). — CRITCHFIELD, W. B.: Geographic variation in *Pinus contorta*. Maria Moors Cabot Foundation, Publ. No. 3 (1957). — DALLIMORE, W. and JACKSON, A. B.: A Handbook of Coniferae and Ginkgoaceae. London, E. Arnold Ltd., 4 ed. (1966). — EYUBOĞLU, K.: Trabzon Meryaman Yoresinde *Contorta* Cami (*Pinus contorta* var. *latifolia* ENGELM.) Orijin Denemeleri Sonucları. Ormancılık Arastırma Enstitüsü Teknik Bulten Serisi No. 162 (1986). — FRANKLIN, J. F. and DYRNESS, C. T.: Vegetation of Oregon and Washington. USDA For. Ser. Res. Paper, PNW-80 (1969). — JENNY, H., ARKLEY, R. J. and SCHULZ, A. M.: The pygmy forest-podsol ecosystem and its dune associates of the Mendocino Coast. *Madrono* 20 (1969). — LINDFORS, J.: *Pinus murrayana*. Forstarchiv 4 (1928). — LINES, R.: Circular Letter No. 7. (1976). — LITTLE, E. L.: Atlas of United States Trees. US. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication No. 1146 (1971). — METZGER, C.: Die Murraykiefer als Papierholzbaum. Der Deutsche Forstwirt 10 (1928). — MIROV, N. T.: The Genus *Pinus*. New York, The Ronald Press Comp. (1967). — ROHMEDE, E. and MEYER, H.: 23jährige Anbauversuche in Bayern mit *Pinus contorta* DOUGLAS (*Pinus murrayana* BALFOUR) verschiedener Herkünfte. Forstwiss. Cbl. 71 (1952). — STEPHAN, B. R.: Zur intraspezifischen Variation von *Pinus contorta* auf Versuchsflächen in der Bundesrepublik Deutschland. I. Ergebnisse aus der Versuchsserie von 1960/1961. *Silvae Genetica* 25 (1976). — STEPHAN, B. R.: Zur intraspezifischen Variation von *Pinus contorta* auf Versuchsflächen in der Bundesrepublik Deutschland. II. Ergebnisse aus der IUFRO Versuchsserie von 1971/1972. *Silvae Genetica* 29 (1980). — SIMSEK, Y., PETEK, Y., TUNCANER, K., und TULUKCU, M.: Turkiye Kosullarina Uyabilecek *Pinus contorta* (DOUGL.) 'nin Secimi Uzerine Arastirmalar. Kavak ve Hizli Gelisen Yabanci Tur Orman Agacları Arastırma Enstitüsü Yillik Bulteni No. 13 (1978). — TIGERSTEDT, A. F.: Arboretum Mustila. Acta For. Fenn. 24 (1922). — TIGERSTEDT, A. F.: Mein Heimwald, Arboretum Mustila. Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 36 (1926). — TIGERSTEDT, P. M. A.: Dendrologiska experiment på Arboretum Mustila. Foreningens för dendrologi och parkvård arsok Lustgården 1969 to 1970. (1970).

# Genetic Variability of Tolerance to Cold in *Cupressus sempervirens* Progenies

By P. RADDI and A. PANCONESI<sup>1)</sup>

(Received 6th January 1988)

## Summary

The Italian cypress (*Cupressus sempervirens* L.), originated in the eastern mediterranean countries, gradually diffused its way northward encountering harsher winters and was subjected to a moderate selective pressure for tolerance to the cold. There is frequent damage to the cypress in Tuscany (Italy) during the winters and early springs. In January, 1985, the temperatures in Florence and the surrounding areas dropped to -20°C for a few days. The severity of the temperature damaged cypress planta-

tions in a number of ways. As a result a study was conducted to determine the genetic variability of the cypress for tolerance to the cold. The study was undertaken on trees derived from controlled crosses which were carried out for research on the cypress' resistance to *Seiridium cardinale* — a common wound pathogen and agent of the cortical canker.

The most important results are:

- the tolerance level of progenies derived from controlled crosses between Italian cypresses naturalized in Tuscany was higher than that of progenies derived from seed collected in natural stands in Greece and in Turkey;
- heritability of tolerance to the cold presents a high value

<sup>1)</sup> Forest geneticist and Forest pathologist, respectively. Centro di studio per la patologia delle specie legnose montane, C. N. R., Piazzale delle Cascine 28, I-50144 Firenze, Italia