

# Die Jugendwuchsleistung, Dürre- und Frostresistenz verschiedener Provenienzen der japanischen Lärche (*Larix leptolepis Gordon*)<sup>1)</sup>

Von H. SCHÖNBACH, E. BELLMANN und W. SCHEUMANN

Institut für Forstpflanzenzüchtung Graupa der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (DDR)

## Einleitung

Die im folgenden beschriebenen Versuche sind Glieder des von W. LANGNER 1956 eingeleiteten internationalen Japanerlärchen-Provenienzversuches. Nähere Angaben über die Problemstellung, die Herkunft des Materials und die Versuchsplanung findet man bei LANGNER (1). Hiernach galt es zu erkunden, „wie die verschiedenen Herkünfte beim Anbau außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes und auf verschiedenen Standorten reagieren“. Die Überlegung, daß Unterschiede in der Reaktion, sofern solche zwischen verschiedenen Provenienzen bestehen, besonders dann in Erscheinung treten wenden, wenn die ökologischen Bedingungen des Anbauortes von denen des Herkunftsorates stark abweichen, war mitentscheidend für die Wahl der Standorte der im Süden der DDR gelegenen Versuchsflächen. Diese Versuche sollen weiter der Klärung einer rein praktischen Frage dienen, nämlich der, ob es Provenienzen der japanischen Lärche gibt, die erstens in sommerwarmen, aber relativ trockenen Tieflagen und zweitens in sommertrockenen und frostgefährdeten, relativ niederschlagsreichen Mittelgebirgslagen mit Vorteil angebaut werden können.

## 1. Die Versuchsflächen (Schema, Standort und Entwicklung)

Die im folgenden beschriebenen Versuche *Graupa* (*G*); *Oberbärenburg* (*OB*) und *Naundorf* (*N*) gehören zur Serie der kurzfristigen Versuche (LANGNER, 1). Als Versuchsschema wurde ein Zweisatzgitter verwendet. — Verband: 1,5

X 1,5 m. — Pflanzenalter: 3j. verschult. — 25 Provenienzen (*N* nur 16). — 4 Wiederholungen (je Provenienz 64 Pflanzen). — 10 Blöcke zu 5 Sorten (im Grundplan). — Anzahl der Randreihen nach vorhandener Pflanzenzahl: 2 od. 1. —

Die Anlage erfolgte im Herbst 1959 (*OB*) und im Frühjahr 1960 (*G* u. *N*). Die Standortsverhältnisse wurden sehr genau ermittelt<sup>3)</sup>; in Tabelle 1 werden aus Gründen der Raumersparnis jedoch nur die charakteristischen Daten wiedergegeben.

Leider verlief die Entwicklung nicht störungsfrei; Ausfälle traten, zum Teil aus unbekannten Ursachen, in stärkerem Maße im Versuch *N* auf. Im Winter 1965/66 wurden einige Parzellen des Versuchs *OB* durch Schneedruck beschädigt, so daß die Höhen der Pflanzen in diesen Teilstücken zwar noch gemessen, ihre Formen aber nicht boniert werden konnten. Schließlich führten ungünstige Niederschlagsverhältnisse während der Vegetationszeiten 1962, vor allem aber 1963 zu nicht geringen Dürreschäden im Versuch *G*, die uns, wie noch zu zeigen ist, allerdings willkommen waren.

Vereinzelt trat und tritt, vor allem im Versuch *N*, *Polyborus annosus* Fr. (*Trametes radiciperda* HTG.) auf.

<sup>1)</sup> Die Arbeit ist Herrn Professor Dr. W. LANGNER, dem Initiator des internationalen Japanerlärchen-Provenienzversuchs, zu seinem 60. Geburtstag gewidmet.

<sup>2)</sup> Wegen Pflanzenmangel abweichend von der Schmalenbecker Versuchsplanaung, die 6 Wiederholungen vorsieht.

<sup>3)</sup> Unserem Mitarbeiter, Herrn Dr. H. SCHMIEDEL, gilt hierfür besonderer Dank.

Tabelle 1. — Standortsangaben.

Lage	Regionalklima und Waldgesellschaft	Ausgangsgestein und Nährkraftverhältnisse	Standortsform
<i>G</i> Elbtalwanne bei Dresden (180 m üb. NN) Versuchsrevier Graupa, Abt. 40	Mildes Klima (9°C, 670/301 mm)*) Kurze, nasse Winter; zeitiger Frühlingseinzug; sommerliches Niederschlags- maximum; ausgesprochen sommerwarm. Mesotropher Eichenwald der grundwasserfernen Talterrassen	Wechsellegerung mittel- pleistozäner Sande Kiese und Schotter der Elbe und ihrer Lausitzer Zufüsse, da- her mitunter stark glimmer- haltige Sande im Un'er- grund; nährstoffmäßig mit- tel bis kräftig	Im Oberboden mäßig trockene und schwach staubhaltige, im Untergrund selbst in sehr trockenen Sommern ab 150 bis 200 cm Tiefe sich deutlich erdfrisch anfühlen- de, sehr tiefgründige, mittel- sandige Grobsande mit ge- ringem, örtlich wechselndem Kiesgehalt; als Sandbraunerde entwickelt
<i>OB</i> Mittleres Osterzgebirge (650 m üb. NN) Staatlicher Forstwirtschafts- lehrbetrieb Tharandt in Dippoldiswalde, Revier Bärenburg, Abt. 35a <sup>2)</sup>	Gemäßigtes bis rauhes Klima (3°C, 900/373 mm)*) Kalte, lange Winter. Mesotropher (Buchen-) Tannen-Fichten-Mischwald	Quarzporphyrr mit mittlerer bis ziemlich armer Nährkraft	<i>Am Plateau teil:</i> Frische, mitten- bis tiefgründige, sandig- lehmig-grusige Stein- und Blockböden als Podsol- Braunerden mit schwach staugleyfleckigem Oberbo- den. <i>Im Flachhangteil:</i> Mäßig frische Podsol-Braunerden derselben Textur
<i>N</i> Unteres Osterzgebirge (460 m üb. NN) Staatlicher Forstwirtschafts- lehrbetrieb Tharandt in Dippoldiswalde, Revier Naundorf, Abt. 40c <sup>2)</sup>	Gemäßigtes Klima (7°C, 850/331 mm)*) Mäßig kalte, nasse Winter. Mesotrophie unterste Fichten-Tannen-Buchen- Mischwälder	Schwache Lößlehmdecken, -schleier und -einmischun- gen auf Quarzporphyrr; Nährkraft mittelmäßig	Mäßig frischer, mittelgrün- diger, staublehmiger, block- haltiger Grus- und Steinbo- den; als Podsol-Braunerde entwickelt

\* Mittlere Jahrestemperatur, Jahresniederschlag/Niederschlag in den Monaten Mai bis August (langjährige Mittel 1901—1950 der Wetterstationen Graupa, Schellerhau und Grillenburg).

Aufnahmen der Flächen erfolgten in mehreren Jahren. Die Pflanzenhöhen wurden am Ende der Vegetationsperiode folgender Jahre gemessen: G 1961, 1962, 1963, OB und N 1963, 1965.

## 2. Ergebnisse

### 2.1. Die Höhenwuchsleistungen der siebenjährigen Pflanzen auf verschiedenen Standorten

Abb. 1 zeigt die mittleren Höhen der siebenjährigen Pflanzen der Versuche G, OB und N. Für diesen Vergleich wurden die Aufnahmen von 1963 deshalb gewählt, weil in diesem Jahre erstmalig die Höhen aller 3 Flächen gemessen worden sind und in die Messungen von 1965 beim Versuch G durch Dürreschäden verursachte Wachstumsstörungen eingehen.

Die Provenienzen sind geordnet nach den Werten der fünfjährigen Pflanzen des Schmalenbecker Baumschulversuches („Lä 26“, im folgenden mit S bezeichnet), die wir der Veröffentlichung von LANGNER (2) entnommen haben. Dieser Versuch dürfte die Rangordnung der Provenienzen unter optimalen Wachstumsbedingungen angeben, eine Annahme, die durch die beträchtlichen Höhen der fünfjährigen Lärchen gestützt wird.

Von den in der DDR gelegenen Flächen ist G die wüchsige. Die im Vergleich mit den Erzgebirgsflächen OB und N größere Wärme des Graupaer Klimas dürfte hierfür die wesentlichste Ursache sein.

Vergleicht man zunächst nur die auf allen Flächen vorkommenden 16 Provenienzen bezüglich ihrer relativen Höhenwuchsleistungen, ist folgendes festzustellen: Sehr einheitlich verhalten sich die raschwüchsige Nr. 17 und die träge wüchsige Nr. 21. Zu den auffallend schwachwüchsigen gehört auch Nr. 12; sie liegt auf den Flächen G, OB und N an letzter Stelle, und zwar gesichert mit 0,1% bzw. 1% und 5% Irrtumswahrscheinlichkeit unter dem Versuchsmittel, beim Versuch S allerdings nur knapp unter dem Durchschnitt. Die übrigen 13 Herkünfte zeigen auf den vier verschiedenen Standorten mehr oder weniger unterschiedliches

Verhalten. So gehört z. B. Nr. 24 in den Versuchen S und G zu den raschwüchsigen, auf den Erzgebirgsstandorten OB und N dagegen zu den langsamwüchsigen Provenienzen, umgekehrt ist es bei Nr. 3. Wieder andere Herkünfte fallen nur auf einem der vier Standorte aus dem Rahmen, z. B. Nr. 13 bei OB und Nr. 2 bei N.

Von den weiteren 8 Herkünften, die außer den erwähnten 16 auf den Flächen S, G und OB vertreten sind, erwies sich Nr. 19 als einheitlich träge wüchsig. Nr. 22 liegt bei G und OB „gut gesichert“ bzw. „gesichert“ über dem Versuchsmittel, bei S dagegen unter dem Durchschnitt. Umgekehrt verhält sich Nr. 6; diese im Versuch S an der Spitze stehende Provenienz hat auf den Flächen G und OB nur wenig über dem Durchschnitt liegende Höhen erreicht.

Nr. 11 ist nur auf den letztgenannten Flächen vertreten; sie gehört hier zu den schwachwüchsigen Herkünften.

Beziehungen zwischen der Höhenwuchsleistung und den bei LANGNER (1) mit einigen Daten belegten klimatischen Verhältnissen der Herkunftsorte bestehen offenbar nicht. Unter Berücksichtigung der Höhe ü. d. M. und der mittleren Jahrestemperatur darf man die Provenienzen Nr. 4, 9, 11, 13, 14, 18, 22 und 24 als „Tieflagen“-Herkünfte bezeichnen. Von diesen hebt sich lediglich Nr. 22 bei den Versuchen G und OB als raschwüchsig hervor. Nr. 11 ist auf den beiden Flächen, auf denen sie vertreten ist, sogar ausgesprochen träge wüchsig. Die Provenienzen Nr. 3 und 21 wären als Hochlagen-, die Nr. 12 und 17 bedingt als Hochlagen-Herkünfte anzusprechen. Aus der Abbildung 1 ist zu ersehen, daß nur die geringwüchsigen Provenienzen Nr. 21 und 12 den Erwartungen entsprechen, für Nr. 3 dies nur für die Versuche S und G zutrifft und Nr. 17 als einheitlich raschwüchsige Herkunft völlig aus dem Rahmen fällt.

Bei den Herkünften aus mittleren Höhenlagen gibt es ebenfalls relativ rasch- und träge wüchsige.

Für die Versuche G und OB, die alle 25 Provenienzen enthalten, wurde untersucht, ob gesicherte Beziehungen zwischen den auf beiden Flächen gemessenen Höhen der Pflanzen bestehen. Das Ergebnis zeigt Abbildung 2. Trotz starker

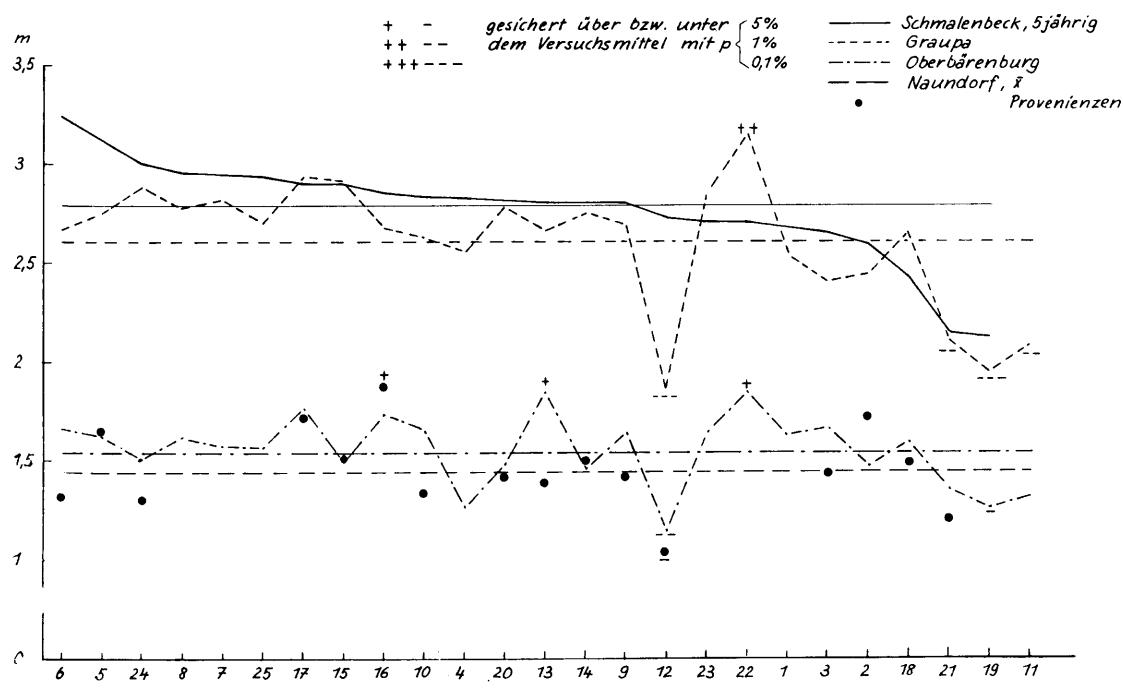


Abb. 1. — Höhen der Nachkommenschaften 1963 (siebenjährig), verglichen mit dem Baumschulversuch Schmalenbeck (5jährig).

Streuung der Werte um die Regressionsgerade im Mittelfeld ist der Korrelationskoeffizient  $r = 0,72$  mit  $p = 0,1\%$  gesichert.

Das auffällig unterschiedliche Verhalten einiger Provenienzen auf den verschiedenen Standorten dürfte auf Standort-Sorten-Wechselwirkungen beruhen. Auf diese Frage kommen wir im Kapitel 3 zurück.

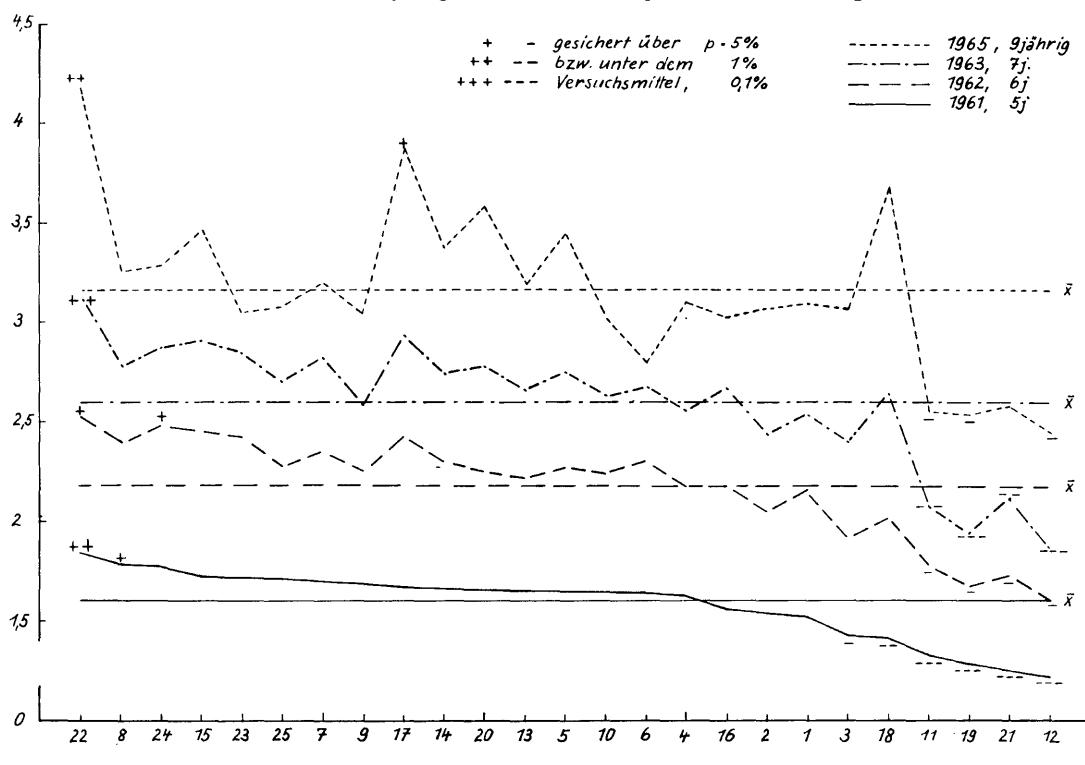
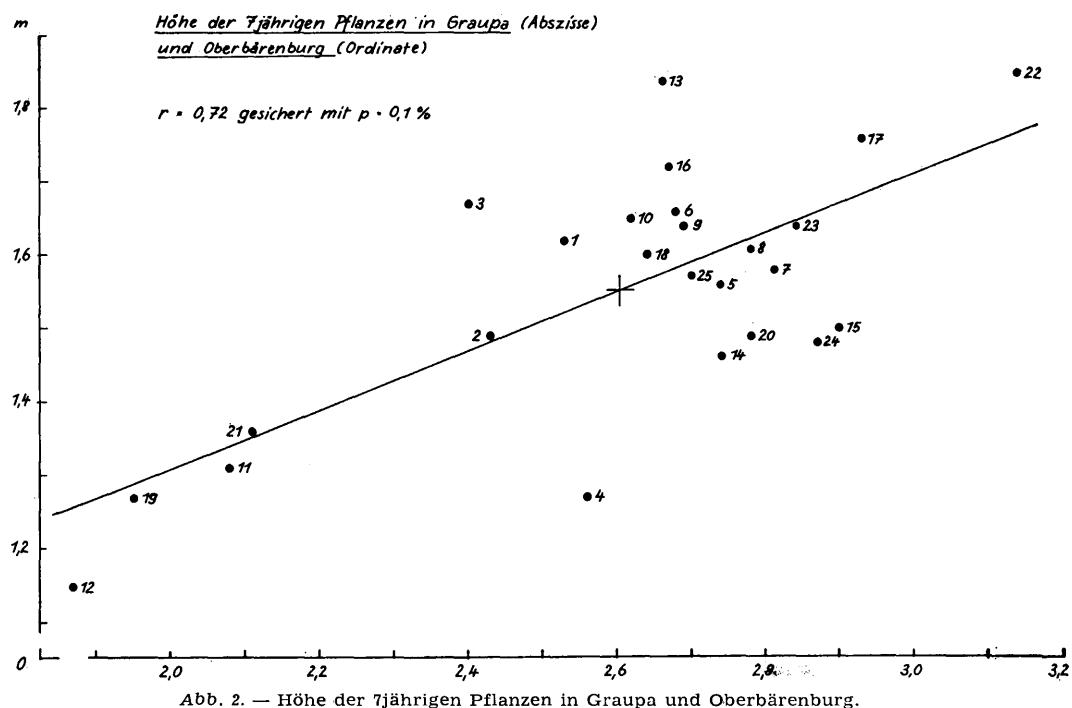
## 2.2. Die Höhenwuchsleistungen der 5-, 6-, 7- und 9jährigen Pflanzen auf der Versuchsfläche Graupa

Bisher war es nur auf der in unmittelbarer Nähe des Instituts gelegenen Fläche G möglich, Messungen in kürzeren

Zeitabständen durchzuführen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3, geordnet nach den Höhen der 5jährigen Pflanzen, dargestellt.

Hier nach blieben bis Ende der Vegetationsperiode 1963 die Rangordnungen der Provenienzen fast gleich. Dagegen zeigten sich bei den 9jährigen Pflanzen (1965) in einigen Fällen auffällige Veränderungen. Dies gilt u. a. im besonderen Maße für Nr. 18, die von der 21. (1931) an die 3. Stelle (1965) gerückt ist, und für Nr. 23, deren Rang sich vom 5. auf den 17. Platz verschoben hat.

Bei den Versuchen OB und N sind dagegen nur unbedeutende Verschiebungen bei den um den Mittelwert gruppier-



ten Provenienzen eingetreten, so daß auf eine der Abbildung 3 entsprechende Darstellung verzichtet werden kann.

Eine Erklärung für die im Versuch G festgestellten Rangwechsel einiger Provenienzen bringt der folgende Abschnitt.

### 2.3. Untersuchungen zur Dürerreristenz

Im August 1963 wurden im Versuch G Dürreschäden sichtbar. Bei einigen bis dahin völlig vitalen Lärchen starben in unterschiedlich starkem Maße Leittriebe und Seitenäste vom Wipfel nach unten fortschreitend ab. Diese Schäden sind darauf zurückzuführen, daß in allen Jahren seit der Begründung des Versuches G die Niederschläge während der Vegetationsperiode (Mai bis August) unter dem schon an sich geringen langjährigen Mittel von 301 mm blieben. Am größten war das Defizit 1962 (215 mm), wo im Juni nur 10 mm gemessen wurden, und besonders im Jahre 1963 (210 mm) mit dem trockensten und dabei besonders heißen Monat Juli (23 mm Niederschlag, mittlere Monats temperatur 17,5°C, mittlere Luftfeuchte 64%).

Auf den im niederschlagsreichen Ostergebirge gelegenen Flächen N und OB waren keine Dürreschäden festzustellen. Der Zuwachs 1964 + 1965, ausgedrückt in Prozenten der siebenjährigen Pflanzen (1963), betrug bei N 75%, bei OB 77%, bei G dagegen nur 19,3%.

Da schon bei flüchtiger Betrachtung auffiel, daß geschädigte und nichtgeschädigte Parzellen zum Teil unmittelbar nebeneinander lagen, wurden die Dürreschäden nach 6 Stufen (0–5) einzelpflanzenweise auf allen Parzellen im Herbst 1963 geschätzt. Als Maßstab für die Dürerreristenz berechneten wir später den bereits erwähnten Quotienten

$$\frac{h_{1965} - h_{1963}}{h_{1963}} \cdot 100.$$

Zu den Pflanzenhöhen von 1963 ist noch zu bemerken, daß diese selbstverständlich vor dem Zurückschneiden der abgestorbenen 1963er Leittriebe gemessen wurden. Trotzdem dürften in diesen Werten (und wahrscheinlich auch in denen der vorhergehenden Jahre) bereits mehr oder weniger starke Wuchsstörungen durch Dürrewirkung zum Ausdruck kommen. Die gute Übereinstimmung ( $r = 0,72$ ) zwischen den Höhen der 7jährigen Pflanzen der Versu-

Tabelle 2. — Dürreschäden, Rangfolge und Sicherungen.

a) nach direkter Bonierung Herbst 1963				b) gemessen am Zuwachs 1964 und 1965 (in % der Höhe von 1963)				
Rang ordnung	Pflan-Nr.	$\bar{x}$ , Note	Sicherung gegen Vers mittel	Rang ordnung	Pflan-Nr.	$\bar{x}$ , %	Sicherung Vers mittel	Jahres niederschlag, mm*)
1	18	0.34	**	1	18	37,5	**	1400 T
2	22	0.71	*	2	22	32,5	(*)	1670 T
3	20	0.72	*	3	17	29,4		1890 (H)
4	3	1.02		4	20	28,5		2320
5	17	1.04		5	12	26,8		2840 (H)
6	12	1.65		6	3	25,7		2500 H
7	11	1.79		7	1	24,5		1820
8	21	1.83		8	2	24,1		1760
9	15	2.18		9	14	23,3		2470 T
10	13	2.19		10	11	22,2		1720 T
11	2	2.22		11	5	21,5		1550
Versuchs mittel		2.28		12	4	21,1		1360 T
				13	15	19,5		2590
				Versuchs mittel		19,3		
	12	1	2.32	14	13	17,4		2250 T
	13	16	2.36	15	21	16,9		3680 H
	14	14	2.43	16	19	15,2		1570
	15	5	2.51	17	16	15,1		1800
	16	19	2.52	18	8	13,9		1700
	17	25	2.64	19	7	13,8		1430
	18	24	2.70	20	10	13,7		1330
	19	4	3.04	21	24	13,5		2130 T
	20	7	3.31	22	25	11,2		2300
	21	9	3.37	23	9	6,6		1560 T
	22	23	3.41	24	23	5,6	0	2380
	23	8	3.48	25	6	3,5	0	1480
	24	10	3.54					
	25	6	3.80					

\*) aus LANGNER (1): T = „Tieflage“, H = Hochlage (nach Höhe ü. d. M. und mittlere Jahrestemperatur).

che G und OB rechtfertigt jedoch die Verwendung der Ende 1963 in Graupa gemessenen Pflanzenhöhen als Bezugsgröße.

Tabelle 2 gibt die Rangordnungen der Provenienzen nach der geschätzten und „berechneten“ Dürerreristenz wieder. Diese stimmen gut überein. Deutlicher wird dies in Abbildung 4, die eine straffe Korrelation zwischen den Werten der Schätzung und denen des o. g. Quotienten zeigt ( $r = 0,88$ , gesichert mit  $p = 0,1\%$ ).

Die Abweichungen im Verlauf des Höhendiagramms in Abbildung 3 erklären sich hiernach zum größten Teil aus dem Grad der Dürerreristenz der einzelnen Herkünfte. Besonders sind in dieser Hinsicht besonders die Provenienzen Nr. 18 und 6. Bei einigen Herkünften deutet sich die Reaktion auf die Trockenheit bereits vor dem Sichtbarwerden der Dürreschäden an. Hierzu gehört an erster Stelle wieder Nr. 18.

In Tabelle 2 wurden zum Vergleich mit den „Werten der Dürerreristenz“ die Werte der mittleren jährlichen Niederschläge der Herkunftsorte angegeben.

Es sind keine Beziehungen festzustellen, es überrascht vielmehr, daß die Hochlagenherkünfte zu den gering und mäßig geschädigten Provenienzen gehören. Zusammenhänge zwischen der Art des Bodens am Herkunftsland und der Dürreschädigung sind ebenfalls nicht zu erkennen.

Die von uns ermittelten Unterschiede in den Dürreschäden können also nicht aus ökologischen Besonderheiten der Herkunftsorte erklärt werden, eine Feststellung, die sich mit dem Inhalt einer schriftlichen Mitteilung deckt, die wir Herrn M. IWAKAWA, Government Forest Experiment Station, Meguro/Tokio, verdanken. Lediglich bei Nr. 18 und Nr. 23 scheinen Zusammenhänge zu bestehen.

Die Pflanzen haben im allgemeinen die zum Teil sehr schweren Dürreschäden erstaunlich gut überstanden. Die

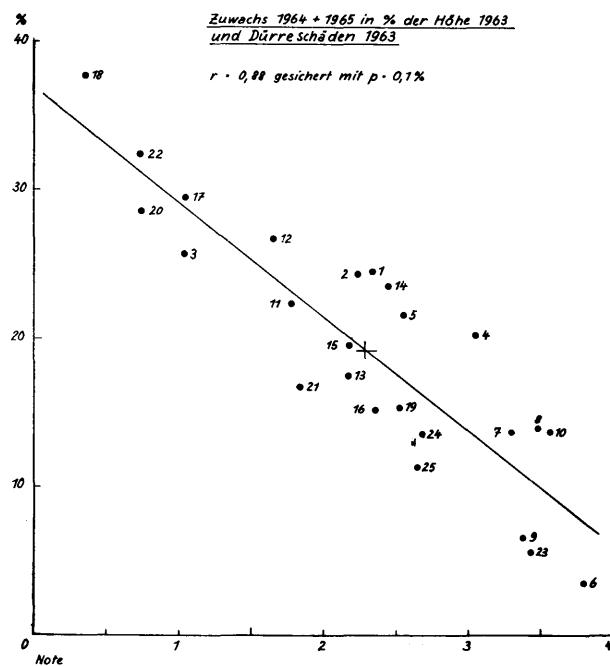


Abb. 4. — Zuwachs und Dürreschäden.

Totalausfälle durch Trockenheit sind nicht mit völliger Sicherheit von den Ausfällen aus anderen Ursachen zu trennen; sie betragen im Mittel aber höchstens 3% der ursprünglichen Pflanzenzahl, maximal 9% bei Nr. 19. Selbst Pflanzen, die als völlig oder fast ganz verdorrt angesprochen wurden, grünten im nächsten Jahre wieder und bildeten zum Teil neue Leittriebe. Im Jahre 1964, das mit 251,7 mm Niederschlag in der Vegetationsperiode (Mai–August) ebenfalls erheblich unter dem langjährigen Durchschnitt lag, bildeten die geschädigten Pflanzen nur kurze Leittriebe, die meist nochmals von der Spitze her eintrockneten.

Die höheren, wenn auch noch immer unter dem Mittel liegenden Niederschläge des Jahres 1965 und die abnorm hohen Regenfälle von 1966 haben aber zu einer fast völligen Erholung der Versuchskultur und zu einem beträchtlichen Zuwachs (der noch nicht gemessen werden konnte) geführt.

#### 2.4. Untersuchungen zur Frostresistenz

Da wir an den 25 Herkünften des internationalen Japanlärchen-Provenienzversuches spezielle, umfangreiche Untersuchungen durchführten, deren Ergebnisse demnächst veröffentlicht werden (SCHEUMANN und SCHÖNBACH, 6), beschränken wir uns hier auf die Wiedergabe der wesentlichen Resultate.

Zur Methode sei lediglich erwähnt, daß die Untersuchungen an jeweils 10 (insgesamt also 250) auf vier Wiederholungen verteilten Bäumen, die nach der Höhe, dem Habitus und dem Wachstumsabschluß das Mittel der jeweiligen Parzelle repräsentieren, durchgeführt wurden. Die Proben, in der Regel letztjährige Zweigstücke, die wir in den Jahren 1962 bis 1965 mehrmals entnahmen, um die Sicherheit der Aussagen durch Wiederholung der Prüfungen zu erhöhen, wurden im Kühlschrank künstlichen Abhärtungs- und Verwöhnungsbedingungen unterworfen. Die Ermittlung der kritischen Erfriertemperatur als Ausdruck der relativen Frosthärte erfolgte nach SCHEUMANN (4).

Die Mittelwerte der verschiedenen Prüfungen, die aus verständlichen Gründen kein absolutes Maß für die jeweilige Frosthärte darstellen können, dienten der Aufstellung von Rangordnungen, die eine Beurteilung der Frühfrostfestigkeit, der Winterfrostfestigkeit, der Stabilität der Frosthärte, des „Rückhärtungsvermögens“ und der Spätfrostfestigkeit zulassen.

Hierach sind besonders früh- und winterfrosthart Nr 21, 13, 14, 15, früh- und winterfrostempfindlich Nr. 1, 2, 3.

Durch hohe Stabilität der Frosthärte zeichnen sich wiederum die Nr. 21, 13, 14, 15 aus. Zu dieser Gruppe gehört u. a. auch die Nr. 18. Als wenig stabil sind dagegen wieder die Herkünfte Nr. 1, 2, 3 zu nennen. Plötzlich eintretende Kälterückfälle dürften diese Provenienzen also im besonderen Maße gefährden.

Bei den häufigen Witterungsanomalien unserer Winter kommt auch dem Vermögen der Pflanzen, nach einer bereits eingesetzten Verwöhnung auf Kälteinbrüche mit erneuter Abhärtung zu reagieren, Bedeutung zu. In dieser Hinsicht verhalten sich die Provenienzen Nr. 21, 23, 24, 14, 15, 16 am günstigsten, die Herkünfte Nr. 1, 2, 3, 20, 22 (!) am ungünstigsten.

Da frühere Untersuchungen von SCHEUMANN (1960, 1935) zu dem überraschenden Ergebnis geführt hatten, daß die letztjährigen Zweige bei verschiedenen Arten der Gattung *Larix* frostempfindlicher sind als die frisch austreibenden Nadeln, wurde auch in diesem Versuch die Spätfrostfestigkeit der Zweige, Nadeln und, darüber hinaus, der Rinde am Stammfuß getestet. Obwohl die Rangordnungen nicht in allen Fällen übereinstimmen, zum Teil sogar beträchtlich voneinander abweichen, ist die Vorrangstellung der Herkünfte Nr. 13, 14, 15 unverkennbar. Diese Feststellung deckt

sich mit dem Ergebnis einer visuellen Bonitierung von Spätfrostschäden, die im Frühjahr 1959 in der Baumschule in Graupa aufgetreten waren. Als einheitlich spätfrostfest (Nadeln, Zweige, Rinde) erwies sich bei den Frostversuchen auch Nr. 18, als einheitlich empfindlich Nr. 20, die ganz allgemein hinsichtlich der Frosthärte am schlechtesten abschnitt.

Da die japanische Lärche bis weit in den Herbst hinein wächst, kommt der Frühfrostfestigkeit besondere Bedeutung zu. Bestehen zwischen den Provenienzen Unterschiede bezüglich des Vegetationsabschlusses, was von vornherein zu erwarten ist, werden sich auch Unterschiede in der Frühfrostresistenz ergeben. Um diese Frage näher zu untersuchen, wurde im Herbst 1962 mehrfach der Anteil der Pflanzen mit abgeschlossener Terminalknospe festgestellt und das Ergebnis vom 12. 9. der künstlichen Frostung von Zweigstücken, die am 1. 11. 1962 entnommen worden waren, gegenübergestellt. Es ergab sich ein Korrelationskoeffizient von  $r = 0,66$  ( $p = 0,1\%$ ). In Abbildung 5 sind die einzelnen Provenienzen in Gruppen nach der mittleren Jahrestemperatur des Herkunftsortes eingeteilt und mit entsprechenden Symbolen bezeichnet worden. Ein gewisser Zusammenhang zwischen Vegetationsabschluß und Frühfrostfestigkeit auf der einen und der mittleren Jahrestemperatur des Herkunftsorates auf der anderen Seite ist angedeutet, die Anzahl der sich „regelwidrig“ verhaltenden Provenienzen aber nicht gering.

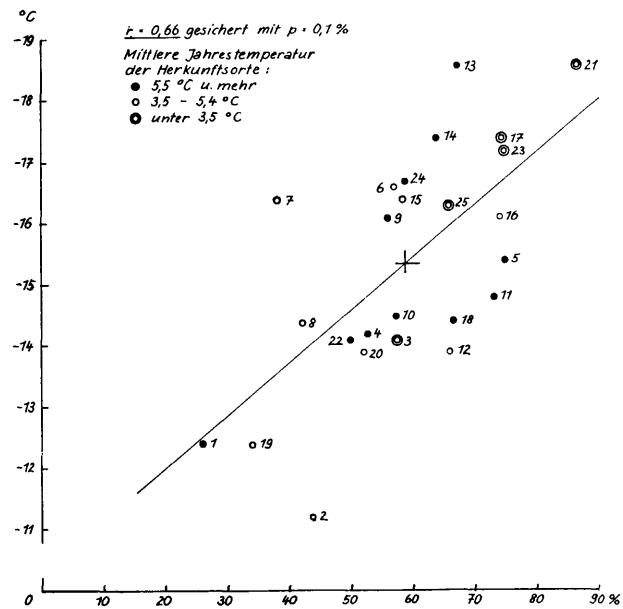


Abb. 5. — Wachstumsabschluß und Frühfrostfestigkeit. — Abszisse: % der Pflanzen mit Terminalknospe, 12. 9. 1962. — Ordinate: Kritische Erfriertemperatur im Laborversuch.

#### 2.5. Die Stammform

Die Stammformen sind während der ersten sieben Jahre nicht bonitiert worden, bei den 9jährigen Pflanzen hätte beim Versuch G eine Bonitur wegen der unterdessen aufgetretenen Dürreschäden, beim Versuch N wegen starker Ausfälle in einigen Parzellen zu unsicheren Ergebnissen geführt. (Die Stammformen im Versuch G sind übrigens im Durchschnitt für japanische Lärche sehr befriedigend, was wir auf den relativ engen Verband und die windgeschützte Lage zurückführen.) Lediglich beim Versuch OB konnten die Stammformen in zwei Wiederholungen, die nicht von Schneedruck beeinflußt waren (s. Kapitel 1), sicher angeprochen werden.

Bei 17 der 25 Provenienzen waren die Formen auf den Parzellen der östlichen, windabgewandten Wiederholung (III) besser als auf den Teilstücken der exponierteren westlichen Wiederholung (IV).

In den acht Ausnahmefällen handelt es sich um Parzellen, die keine oder ganz geringe Ausfälle aufweisen. Auch hier ist der Einfluß von Windwirkung und Standraum auf die Form der offenbar besonders plastischen Japanerlärche unverkennbar.

Die von krüpplichen Bäumen der Hochlagenprovenienzen Nr. 3 und 21 stammenden Nachkommen zeigen auf allen drei Flächen normalen Wuchs. Nr. 21 steht in OB mit Note 1,49 an 1. Stelle, Nr. 3 liegt mit Note 2,12 etwas unter dem Versuchsmittel (2,03). Damit werden die Beobachtungen LANGNERS (2) bestätigt. Gute Formen haben ferner Nr. 18 (1,63) und Nr. 13 (1,59), die schlechtesten Formen weisen Nr. 1 (2,45) und Nr. 6 (2,43) auf.

Es sei noch vermerkt, daß sich die gute Regeneration der Dürreschäden im Versuch G, auf die bereits hingewiesen wurde, auch in der Form bemerkbar macht. Die nach dem Rückschnitt der vertrockneten Stammteile gebildeten Leittriebe wuchsen in der Regel schnurgerade und senkrecht in die Höhe. Dazu trug offenbar wiederum der enge Pflanzverband  $1,5 \times 1,5$  m im Quadrat bei, in dem die zurückgetrockneten und dadurch verkürzten Pflanzen im wesentlichen Licht von oben erhielten. Bei den meisten der geschädigten Pflanzen werden in einigen Jahren kaum noch Stammdeformationen zu erkennen sein.

### 3. Diskussion der Ergebnisse

Während sich einige Herkünfte des internationalen Provenienzversuches auf den drei in der DDR gelegenen Flächen (G, OB und N) durch einheitlich hohe bzw. geringe Wuchsleistungen hervorheben und in dieser Hinsicht mit den Ergebnissen des unter optimalen Bedingungen angelegten Baumschulversuchs (S) in Schmalenbeck übereinstimmen — das gilt vor allem für die träge wüchsigen Provenienzen —, zeigen andere mehr oder weniger unterschiedliches Verhalten.

Nach der vorrangigen Bedeutung, die nach SCHOBER (7) und anderen Autoren einer ausreichenden Wasserversorgung für das Gedeihen der Japanerlärche zukommt, ist für Anbau und Züchtung die Feststellung von besonderem Interesse, daß die geprüften Herkünfte zum Teil sehr unterschiedlich auf Dürrewirkung reagieren. Nach allen diesen Ergebnissen muß auf Wechselwirkungen „Provenienz  $\times$  Anbauort“ geschlossen werden.

Obwohl nur 16 der 25 Provenienzen in allen 3 Versuchen vertreten sind und die erwähnten Schadwirkungen verschiedener Art die Genauigkeit der Aufnahmeergebnisse mehr oder weniger stark beeinflußt haben dürften, wurde eine Prüfung des Verhaltens der 16 Herkünfte nach einem von WRICKE (8) angegebenen Verfahren vorgenommen, und zwar mit den durch Dürreschäden nicht sichtbar beeinflußten Werten der Höhenmessung von 1963. Die Berechnung ergab, daß die wegen ihrer hohen Dürresistenz bemerkenswerte Provenienz Nr. 18 nur mit 0,06% an der Varianz der Wechselwirkung Provenienz  $\times$  Anbauort beteiligt ist. Sie ist damit bezüglich Standortstoleranz — mit Einschränkung auf die Anbauorte G, OB und N — 12 der anderen 15 Herkünfte signifikant überlegen. An nächster Stelle steht mit einem Anteil von 0,6% und gegen 7 Herkünfte gesichert Nr. 5. Zwischen den übrigen Versuchsgliedern lassen sich keine gesicherten Unterschiede nachweisen, und eini-

ge besonders interessierende Provenienzen (z. B. Nr. 22) sind leider nur in G und OB vertreten.

Die Tatsache, daß Herkunft Nr. 18 in der Rangordnung des Versuchs G von der sechzehnten (1963) an die erste (1965) Stelle gerückt ist, stellt keinen Widerspruch dar. Die Änderung ihres Verhaltens ist nur scheinbar. In Wirklichkeit hat sich Nr. 18 gegenüber den 1963 in G stark veränderten Milieueinflüssen (Dürre!) am stabilsten verhalten. Ihr Zuwachs von 1964 + 1965 lag, ausgedrückt in Prozenten der Höhe von 1963, in Graupa mit 37,5% zwar wesentlich unter den entsprechenden Werten der nicht dürregeschädigten Versuche OB und N (in beiden Fällen 75%), jedoch weit über dem Mittelwert (19,3%) des Versuchs G! Übrigens hat sich ihre Stellung in der Rangordnung des dürregefährdeten Versuchs G kontinuierlich und zwar bereits vor Sichtbarwerden der Dürreschäden verbessert.

Hiernach muß wahrscheinlich mit Änderungen der Wuchsleistungen als Folge unterschiedlichen Reagierens der Provenienzen auf Veränderungen der örtlichen Wasserbilanz bereits schon dann gerechnet werden, wenn sich diese noch nicht sichtbar (durch Verödren) zu erkennen geben. Um diese hochwichtige Frage sicher beantworten zu können, bedarf es selbstverständlich spezieller Versuche.

Abgesehen von je einem Spät- und Frühfrost in der Baumschule sind sichtbare Frostschäden in den drei Versuchen bisher nicht aufgetreten; unsichtbare physiologische Schädigungen ließen sich nicht nachweisen, was keinesfalls besagt, daß sie nicht bestehen. Die festgestellten Unterschiede zwischen den Provenienzen bezüglich der Frühfrostfestigkeit (Bereitschaft zur Abhärtung), der Winterfrostfestigkeit (Umfang des Härtungsvermögens), der Stabilität der Frosthärtete, des Rückhärtungsvermögens sowie der Spätfrostfestigkeit der Nadeln und des Kambiums lassen die geprüften Herkünfte für Anbau und Züchtung unterschiedlich geeignet erscheinen. So sollten z. B. die Nr. 22 und 20 trotz sehr guter bzw. guter Wuchsleistung und hoher Dürresistenz im Hinblick auf Schadwinter, die im nördlichen Mitteleuropa stets zu erwarten sind, nicht angebaut werden, zumindest nicht in irgendwie frostgefährdeten Lagen. In diesem Zusammenhang ist von Interesse zu erwähnen, daß bei einem Parallelversuch in Michigan offenbar erhebliche Ausfälle durch Winterfrostwirkung eingetreten sind. WRIGHT (9) teilt für allerdings nur 7 der LANGNER'schen Provenienzen den prozentualen Anteil der „winter-killed trees“ mit. Diese Zahlen sowie die von uns als Kriterien der Früh- und Winterfrostresistenz ermittelten kritischen Erfriertemperaturen nebst dem Rang (unter 25) findet man in der Tabelle 3. Eine Übereinstimmung ist zumindest bei den Extremen gegeben.

Da Dürre- und Frostresistenz auf gleichen physiologischen Ursachen — Besonderheiten des Plasmas — beruhen können, lag es nahe, zu prüfen, ob zwischen der Dürresistenz und irgendeiner Form der Frostresistenz Zusammenhänge bestehen. Das ist nicht der Fall, wie u. a. das

Tabelle 3. — Frostempfindlichkeit von 7 Provenienzen in Michigan und Graupa.

Prov.	Trees winter-killed	Frühfrost-Resistenz		Winterfrost-Resistenz	
		krit. Temp.	Rang	krit. Temp.	Rang
15	11	-14.8	4.	-19.8	2.
16	9	-13.8	9.	-18.8	10.
24	42	-14.4	7.	-19.7	4.
4	64	-12.7	16.	-18.5	14.
9	74	-13.4	12.	-18.4	15.
12	75	-12.4	17.	-17.7	21.
22	76	-11.8	23.	-18.1	17.

Verhalten der besonders dürrefesten, aber frostempfindlichen Provenienzen Nr. 22 und 20 zeigt. Diese Feststellung und die Tatsache, daß einige Hochlagenherkünfte aus niederschlagsreichen Gebieten (s. Tabelle 2) nur in geringem Maße durch Trockenheit geschädigt wurden, lassen es angezeigt erscheinen, die Ursachen der Dürerreristenz nicht in physiologischen Besonderheiten (im engeren Sinne), sondern in der Ausbildung der Wurzel zu suchen. Es wurde zu diesem Zwecke 1964 bei einigen stark geschädigten oder nicht geschädigten Pflanzen des Versuchs G der Wurzelkörper sorgfältig freigelegt und insbesondere auf Ausbildung und Gestalt der Pfahlwurzel untersucht<sup>4</sup>). Die Ergebnisse dieser umfangreichen Studie, die im Detail hier nicht wiedergegeben werden können, entsprachen in allen Fällen den Erwartungen, d. h. alle geschädigten Pflanzen wiesen, wenn überhaupt, schwach ausgebildete oder gestauchte Pfahlwurzeln auf. Die bemerkenswert widerstandsfähige Nr. 18 zeichnete sich in 3 von 4 Vergleichen mit dürregeschädigten Herkünften durch eindeutig günstigere Bewurzelungsverhältnisse, insbesondere tiefgehende Wurzelstränge aus. (Die Wurzelgrabungen erfolgten nach Möglichkeit bei unmittelbar benachbarten Pflanzen an den Parzellengrenzen.)

Da wegen des mit Wurzeluntersuchungen verbundenen hohen Arbeitsaufwandes und der Notwendigkeit, Wurzelbeschädigungen im Versuch soweit wie möglich zu vermeiden, nur wenige (insgesamt 17) Pflanzen ausgegraben werden konnten, lassen sich die Ergebnisse selbstverständlich nicht sichern.

Bei allen Eigenschaften, die Gegenstand der vorstehend beschriebenen Versuche waren, wurde stets die Frage aufgeworfen, ob irgendwelche Beziehungen zu den von LANGNER (1) mitgeteilten ökologischen Daten der Herkunftsorte bestehen, die Hinweise auf die Wirkung der natürlichen Auslese geben. Im großen und ganzen müssen wir dies verneinen, wenn sich auch bestimmte Provenienzen engerer Herkunftsgebiete durch jeweils gemeinsame charakteristische Merkmale hervorheben. Dies gilt z. B. für die Herkünfte Nr. 13, 14 und 15 aus dem Nordosten des Verbreitungsgebietes und für die südlichen Herkünfte Nr. 1, 2 und 3 hinsichtlich der Frostresistenz bzw. Frostempfindlichkeit.

Dort, wo keine Zusammenhänge festzustellen sind, bedeutet das nicht, daß solche nicht doch bestehen, denn die Mittelwerte der Klimastationen geben die am Herkunftsorrt tatsächlich herrschenden ökologischen Bedingungen nur mehr oder weniger genau, u. U. überhaupt nicht richtig wieder, ein Umstand, auf den auch LANGNER und STERN hinweisen (3). Die Variation der untersuchten Merkmale kann also bei vorliegendem Material durchaus Ausdruck einer ökotypischen Variation sein; die Wahrscheinlichkeit, daß eine zufallsbedingte Variation vorliegt, wie auch WRIGHT (9) annimmt, ist allerdings im Hinblick auf die bei der Japanerlärche gegebene populationsgenetische Situation noch größer.

### Zusammenfassung

1. Die Herkünfte des von LANGNER eingeleiteten internationalen Japanerlärchen-Provenienzversuches haben sich auf drei standörtlich verschiedenen Versuchsflächen hinsichtlich der Wuchsleistung teils einheitlich, teils unterschiedlich verhalten.

<sup>4</sup>) Auch für die Durchführung dieser Arbeiten danken wir unserem Mitarbeiter Dr. H. SCHMIEDEL.

2. Besonders bemerkenswert ist die unterschiedliche Reaktion einiger Provenienzen auf Wassermangel. Die Ursache der Dürerreristenz bzw. Dürrempfindlichkeit der Provenienzen wird in der Ausbildung der Wurzeln gesehen.

3. Die Herkünfte unterscheiden sich in der Früh-, Winter- und Spätfrostresistenz und sonstigen die Frosthärté bedingenden Reaktionsweisen.

4. Zwischen der Frühfrostfestigkeit und dem Vegetationsabschluß der Provenienzen besteht eine gesicherte Beziehung.

5. Es lassen sich keine sicheren Beziehungen zwischen der Höhenwuchsleistung und den für die Provenienzen gegebenen ökologischen Daten nachweisen. Dasselbe gilt für die Dürerreristenz. Bezüglich der Frostresistenz sind Zusammenhänge angedeutet.

### Summary

Title of the paper: *Early growth and resistance to drought and frost in provenances of Japanese larch (*Larix leptolepis* Gordon).*

1. The provenances comprised in the International Japanese Larch Provenance Trial — initiated by LANGNER — exhibited uniform and/or less uniform growth in three different environments.

2. Differential reaction of some origins to water deficit was most remarkable. Differential root formation is made responsible for resistance or sensitivity of the provenances to drought.

3. The provenances differ in resistance to late frost, early frost, low winter temperatures, and other characters related to hardness.

4. Resistance to early frost of the provenances is significantly related to the end of the vegetation period.

5. Between height growth and ecological data of the seed origins on record no clear relations were detectable. The same is true for resistance against drought. In frost resistance such relations are indicated.

### Literaturverzeichnis

- (1) LANGNER, W.: Planung und erste Ergebnisse eines Japanlärchen-Provenienzversuches mit zugleich züchterischer Zielsetzung. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen 75, 168—196 (1958). — (2) LANGNER, W.: Unterschiede zwischen dem Phänotyp zweier autochthoner Hochlagenbestände der Japanlärche und deren Nachkommenchaften. In: SCHMIDT-VOGT, H.: Forstsamengewinnung im Hochgebirge. (Festschrift aus Anlaß des 50jähr. Bestehens der Bayerischen Staatl. Samenklenge Laufen.) BLV Verlagsgesellschaft München-Basel-Wien, ohne Erscheinungsjahr, pp. 133—138. — (3) LANGNER, W., und STERN, K.: Untersuchungen der geographischen Variation und Kovariation einiger Merkmale in einem Herkunftsversuch mit japanischer Lärche (*Larix leptolepis* Gord.). Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung 54, 154—168 (1963). — (4) SCHEUMANN, W.: Untersuchungen zur Entwicklung rascharbeitender Selektionsmethoden für die Frostresistenzzüchtung bei Waldbauarten. Diss. d. Mathem.-naturw. Fakultät der Universität Rostock, 1960. — (5) SCHEUMANN, W.: Möglichkeiten und Ergebnisse der Frostresistenzprüfung in der Douglasien- und Lärchenzüchtung. Tagungsberichte der DAL 69, 189—199. — (6) SCHEUMANN, W., und SCHÖNBACH, H.: Die Prüfung der Frostresistenz von 25 *Larix leptolepis*-Herkünften eines internationalen Provenienzversuches mit Hilfe von Labor-Prüfverfahren. In Vorbereitung. — (7) SCHOBER, R.: Die japanische Lärche. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät der Universität Göttingen 7/8. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 1953. — (8) WRICKE, G.: Die Erfassung der Wechselwirkung zwischen Genotyp und Umwelt bei quantitativen Merkmalen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung 53, 266—300, 301—343 (1965). — (9) WRIGHT, J. W.: Genetics of forest tree improvement. FAO, Rome, 1962.