

HOWELL, R. S., and FAULKNER, R.: Problems associated with the layout of progeny-tests in Britain, with special reference to a recent plot-size experiment, Papers III, XIV. IUFRO-Kongress, Section 2 — AG 22/24, München, 1967. — FREEMAN, G. H.: The combined effect of environmental and plant variation. *Biometrics* 19, No. 2, 273–277 (1963). — FRIESE, F.: Relation of plot size to variability: an approximation. *Jour. Forestry* 59, 679 (1961). — GHOSH, B.: Topographic variation in statistical fields. *Calcutta Stat. Ass. Bull.* 2, 11–28 (1949). — HANSON, W. D., BRIM, C. A., and HINSON, K.: Design and analysis of competition studies with an application to field plot competition in soybean. *Crop Sci.* 1, 255–258 (1961). — HÜHN, M.: Untersuchungen zur Konkurrenz zwischen verschiedenen Genotypen in Pflanzenbeständen. I. Modifikation der Methode von Sakai zur Schätzung der genetischen-, Umwelt- und Konkurrenzvarianz einer Population. *Silvae Genetica* 18, 186–192 (1969). — HÜHN, M.: Untersuchungen zur Konkurrenz zwischen verschiedenen Genotypen in Pflanzenbeständen. II. Darstellung des Untersuchungsmodells und Ableitung einiger Beziehungen über Konkurrenzvarianzen und Heritabilitäten. *Silvae Genetica* 19, 22–31 (1970). — HÜHN, M.: Untersuchungen zur Konkurrenz zwischen verschiedenen Genotypen in Pflanzenbeständen. III. Das Korrelationsmuster eines Bestandes. *Silvae Genetica* 19, 77–89 (1970). — JACK, W. H.: Single tree sampling in even-aged plantations for survey and experimentation. *Proc. IUFRO Congr. Munich* 4, 379–403, 1967. — KENNEL, R.: Soziale Stellung, Nachbarschaft und Zuwachs. *Forstw. Centralbl.* 85, 241–250 (1966). — KIESSELBACH, T. A.: Studies concerning the elimination of experimental error in comparative crop tests. *Nebraska Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 13, 5–95 (1917). — KIESSELBACH, T. A.: Competition as a source of error in comparative corn trials. *J. Amer. Soc. Agron.* 15, 199–215 (1923). — MATERN, B.: Spatial variation. *Medd. Stat. Skogsf. Inst.* 4, H. 5, 1960. — MEAD, R.: A mathematical model for estimation of interplant competition. *Biometrics* 23, 189–206 (1967). — MUHS, H. J.: Die Intra- und Interkorrelation in gleichaltrigen Kiefern- und Fichtenbeständen unter Berücksichtigung der Altersentwicklung. *Dipl. Arbeit Lehrstuhl für Weltforstwirtschaft, Universität Hamburg*, 1968. — NAMKOONG, G., and SQUILLACE, A. E.: Problems in estimating genetic variance by

Shrikhande's method. *Silvae Genetica* 19, 74–77 (1970). — NEWNHAM, R. M.: Stand structure and tree growth in a Red Pine stand. *Bi-Monthly Res. Notes, Dep. of For. Canada*, 1966. — RIVES, M.: L'hétérogénéité des champs d'expérience. *Riometrische Zeitschrift* 11, 113–122 (1969). — SAKAI, K. I., and HATAKEYAMA, S.: Estimation of genetic parameters in forest trees without raising progenies. *Silvae Genetica* 12, 152–157 (1963). — SAKAI, K. I., and MUKAIDE, H.: Estimation of genetic, environmental and competition variances in standing forests. *Silvae Genetica* 16, 149–152 (1967). — SCHUTZ, W. M., and BRIM, C. A.: Intergenic competition in soybeans. I. Evaluation of effects and proposed field plot design. *Crop Sci.* 7, 371–376 (1967). — SHRIKHANDE, V. J.: Some considerations in designing experiments on coconut trees. *J. Ind. Soc. Agr. Stat.* 9, 82–99 (1957). — SINGH, K. D.: Vollständige Varianzen und Kovarianzen in Pflanzenbeständen. III. Monte Carlo Versuche über den Einfluß der Konkurrenz zwischen Genotypen auf die Voraussage des Ausleseerfolges. *Zeitschr. Pflanzenzüchtung* 57, 189–253 (1967). — SMITH, H. F.: An empirical law describing soil heterogeneity in the yields of agricultural crops. *J. Agric. Sci.* 28, 1–23 (1938). — STERN, K.: Vollständige Varianzen und Kovarianzen in Pflanzenbeständen. II. Phänotypische Korrelationen zwischen Bäumen in gleichaltrigen Kiefern- und Fichtenbeständen und den sie umgebenden Gruppen von Konkurrenten. *Silvae Genetica* 15, 1–41 (1966). — STERN, K.: Die Bedeutung der Konkurrenz in Pflanzenbeständen für die Pflanzenzüchtung. *Arbeitsgemeinschaft für Biometrie in der Pflanzenzüchtung, Rundschreiben* 1, 3–7, 1968. — STERN, K.: Überlegungen zur optimalen Teilstückgröße in Feldversuchen mit Waldbäumen. *Act. For. Fenn.*, Vol. 2, No. 4, 248–260 (1968). — STERN, K.: Einige Beiträge genetischer Forschung zum Problem der Konkurrenz in Pflanzenbeständen (im Druck, 1969). — STRAND, L.: Plot sizes in field trials. *Zeitschr. Forstgen.* 4, 156–162 (1956). — WHITTLE, P.: On stationary processes in the plane. *Biometrika* 41, 434–449 (1954). — WHITTLE, P.: On the variation of yield variance with plot size. *Biometrika* 43, 337–343 (1956). — WRIGHT, J. W., and FREELAND, F. D.: Plot sizes in forest genetic research. *Pap. Mich. Ac. Sci. Arts and Letters*. 1958.

## Versuchsergebnisse bei heteroplastischen Zirbenpflanzungen (*Pinus cembra* L.)

VON KURT HOLZER

Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik, Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien.

### Einleitung

Sehr zahlreich sind die Versuche, die sich mit der Pflanzung von Waldbäumen befassen; ihr Zweck dient in erster Linie der Erhaltung von besonders ausgewählten Einzelindividuen; diese kann rein wissenschaftlichen Versuchen dienen, kann aber auch für die Anlage von Samenplantagen durchgeführt werden (SYRACH-LARSEN, LANGNER, ROHMEDER & SCHÖNBACH, WRIGHT u. a.)

Soweit diese Pflanzungen innerhalb der gleichen Art durchgeführt werden können, scheinen im allgemeinen keine besonderen Schwierigkeiten vorzuliegen; stehen jedoch für derartige Versuche nicht die benötigten Unterlagen zur Verfügung, ist man gezwungen, nach anderen Möglichkeiten zu suchen. Da diese Fälle öfter vorkommen — in vielen Fällen ist auch die Anzucht der artigen Unterlagen mit Schwierigkeiten verbunden — versucht man zur Pflanzung Unterlagen von  $\pm$  nahe verwandten Arten heranzuziehen. Über die bis 1962 durchgeführten Pflanzungen dieser Art wurde eine Übersicht von STAIRS zusammengestellt; daraus ist ersichtlich, daß im allgemeinen bei vielen heteroplastischen Pflanzungen recht gute Pflanzenerfolge aufzuweisen sind, die umso eher zu gelingen scheinen, je näher die betreffenden Arten zueinander stehen. Ein besonderer Fall von heteroplastischen Pflanzungen ist vielleicht bei der Gattung *Pinus* gegeben, wenn es sich

um die Verwachsung von Arten aus den beiden Sektionen *Haploxyton* und *Diploxyton* handelt, die möglicherweise keine allzu nahe Verwandtschaft haben (BEISSNER-FITSCHEN, MAYR, REHDER, zit. nach SCHENCK, SCHÜTT); aber auch in solchen Fällen sind schon Verbindungen innerhalb verschiedener Arten und sogar Familien gelungen, oft ohne dadurch eine merkbare Beeinträchtigung des Pflanzenerfolges zu verursachen (STAIRS, AHLGREN, PROKAZIN, JAKOVLEVA, u. a.).

### Versuchsanstellung

Die Pflanzung von Reisern der *Pinus cembra* auf Unterlagen anderer Arten gewinnt dadurch besondere Bedeutung, daß Anzucht und frühes Jugendwachstum dieser Art mit Schwierigkeiten verbunden sind und vor allem auch lange Zeit beanspruchen (HOLZER 1960, 1969 b). Aus der Literatur wurden in letzter Zeit viele Hinweise bekannt, bei denen Arten der fünfadeligen Kiefern mit Erfolg auf zweinadelige gepflanzt wurden; den hier geschilderten Fällen ähnliche sind bei russischen Arbeiten gegeben, wobei zumeist *P. cembra* var. *sibirica* auf *P. silvestris* gepflanzt wurde (SEWEROWA, NIKITIN, NENUJIN, OPITZ 1959, GRABOVSKAJA, KAMALINOW, CHRAMOVA); auch die Pflanzung anderer fünfadeliger Kiefernarten auf zweinadelige gelang oft mit Erfolg (PROKAZIN, NIKITIN, NENUJIN, HEIMBUR-

GER, GRABOVSKAJA, CHOI, BOGDANOV, AHLGREN). Von vielen derartigen Pflanzungen sind nur Angaben in der Übersicht von STAIRS enthalten, wobei gerade bei Kiefern sehr viele Beispiele von Pflanzungen zwischen den verschiedenen Sektionen gegeben wurden.

In dem hier geschilderten Fall schien es vor allem vorteilhaft, Kiefernarten als Unterlage zu verwenden, die den klimatischen Gegebenheiten des Plantagenortes in einer Tallage besser angepaßt sind als die Zirbe, die ja in Mitteleuropa nur in den höchsten Lagen der Alpen und Karpathen vorkommt (HOLZER 1960, 1969 a). Die Zirbe zeigt auch unter günstigsten klimatischen Verhältnissen keine Beschleunigung des Jugendwachstums; sie braucht einige Jahre, bis sie einen Höhentrieb ausbildet und ein entsprechendes Stärkenwachstum zeigt, um das Pfropfen zu ermöglichen (HOLZER 1969 b); diese Anforderungen werden von anderen Kiefernarten wesentlich früher erfüllt und so fiel die Auswahl der Unterlagen für derartige Pflanzungen auf die heimischen Arten *Pinus silvestris*, *P. nigra* und *P. mugo*, die allerdings durchwegs der Sektion *Diploxylon* angehören. Ergänzt wurden diese Versuche durch Pfropfung auf Unterlagen der Art *P. strobus* und durch wenige Versuche mit *P. griffithii*; beide sind fünfnadelige Kiefern aus der Sektion *Haploxylon* und deshalb liegt die Vermutung nahe, daß eher eine Verträglichkeit mit der Zirbe gegeben ist; andere Arten standen für diese Versuche nicht zur Verfügung.

Die erste Versuchsserie dieser Art mit 9 Klonen von *P. cembra* verlief sehr erfolgreich (HOLZER 1960), so daß an eine Ausweitung der Versuche geschritten werden konnte. In den Jahren 1958 bis 1961 wurden insgesamt 1260 Pflanzungen mit 125 Klonen ausgeführt. Tabelle 1 gibt Auskunft über Herkunft und Merkmale der Auswahlbäume und Standorte, Tabelle 2 einen Überblick über das gesamte Pfropfprogramm dieser Jahre. Da nun mindestens 8 Jahre seit diesen Arbeiten verstrichen sind, erscheint nun ein ausführlicher Bericht berechtigt. Ein verlässliches Endergebnis kann trotzdem noch nicht gegeben werden, da es immer wieder zu Abgängen bei den Pflanzungen kommt, die meist ungeklärt bleiben und wahrscheinlich in einer spät sich äußernden Unverträglichkeit zu suchen sind (siehe auch Abschnitt Verwachsung der Pfropfstelle).

### Pfropf- und Anwuchsergebnisse

Die ersten Pflanzungen wurden im späten Winter 1957/58 im Glashaus durchgeführt (HOLZER 1960); da aber für die weitere Versuchsarbeit eine Reisergewinnung im Winter

Tabelle 1. — Daten der Auswahlbäume und deren Pflanzungen (Weitere Angaben über Auswahlort und Auswahlbäume siehe Tabelle 1 und 2 in HOLZER 1969 b).

Auswahlort		Auswahlbäume			Pflanzungen		
Wuchsgebiet	Seehöhezone, m	Anzahl	jährl. Höhenzuwachs cm	Alter in Jahren	Anzahl	jährl. Höhenzuwachs cm	
I/1/1	2000 S	5	8,6	185	8	11,7	
I/1/2	1850	5	16,0	144	17	15,9	
I/1/3	1800	7	16,0	145	28	15,2	
I/1/7	1800	12	11,0	159	38	13,9	
	2000 S	2	7,4	168	12	8,5	
I/1/4	1750	6	13,9	144	13	15,2	
I/2/1	1900	10	11,2	161	49	12,8	
	1900 S	10	13,7	80	79	14,3	
I/6/1	1800	17	11,8	166	80	10,2	
	1900 S	4	4,9	183	13	6,1	
I/6/2	1700	12	14,5	106	61	15,5	
	1900	5	9,1	210	26	9,5	
	2000 S	6	7,3	123	28	11,5	
I/8/1	1800	7	16,0	119	33	12,0	
	1900	3	15,8	130	13	10,3	
	2000	4	12,5	140	17	7,8	
	2100 S	11	8,0	200	68	7,5	
II/2/1	1800 S	8	9,2	152	40	11,9	

wegen der Unzugänglichkeit der Standorte der Auswahlbäume im Hochgebirge nicht möglich war, mußten die Pflanzungen im Spätsommer durchgeführt werden. Auch diese erfolgten im Glashaus und brachten kaum andere Ergebnisse als die im Winter ausgeführten Pflanzungen; ein Vorteil konnte insofern gebucht werden, als bei den Spätsommerpflanzungen zugleich eine Beerntung der Auswahlbäume möglich war und somit eine Nachkommenschaftsprüfung mit frei abgeblühtem Saatgut begonnen werden konnte (HOLZER 1969 b).

Der Pfropferfolg in allen 4 Pflanzungsjahren lag zwischen 75 und 83 % nach etwa 5 Monaten (Zeitpunkt d. Auspflanzung in den Garten). Im Jahre 1959 wurden nur 60 % erzielt; in diesem Jahr brachte vor allem die Pflanzung auf *P. nigra* (41 %) und *P. strobus* (20 %) ein besonders schlechtes Ergebnis, wodurch der Gesamterfolg stark gemindert wurde; ein näherer Grund hierfür konnte nicht gefunden werden (Tab. 2).

Die weitere Kultur der Pflanzungen im Versuchsgarten brachte nochmals Abgänge bei den Pflanzungen, die wohl

Tabelle 2. — Erfolg der Pflanzungen von Reisern verschiedener Auswahlbäume der Zirbe auf Unterlagen verschiedener Kiefernarten.

Art der Unterlage	Anzahl durchgeführter Pflanzgn.	Anzahl ausgepflanzter Pflanzungen Garten	Anzahl ausgepflanzter Pflanzungen Plantage	Anzahl überlebender Pflanzungen			Anzahl gepflanzter Klone
				1967	1968	1969	
<i>P. cembra</i>	221	193 = 87%	177 = 80%	166 = 75%	165 = 75%	164 = 75%	85
<i>P. strobus</i>	179	100 = 56%	72 = 40%	42 = 24%	36 = 20%	35 = 18%	52
<i>P. griffithii</i>	51	33 = 65%	31 = 61%	29 = 57%	29 = 57%	29 = 57%	16
<i>P. nigra</i>	414	317 = 77%	231 = 56%	204 = 49%	181 = 44%	175 = 42%	104
<i>P. mugo</i>	183	140 = 77%	103 = 56%	99 = 54%	98 = 54%	95 = 52%	77
<i>P. silvestris</i>	212	167 = 79%	107 = 51%	93 = 44%	93 = 44%	93 = 44%	90
insgesamt:	1260	950 = 75%	721 = 57%	633 = 50%	602 = 48%	591 = 47%	125

durch später auftretende Unverträglichkeit erklärt werden müssen; dieser Abgang betrug immerhin fast 20 %, so daß die Anzahl der Pfropfungen, die 2—3 Jahre später zur Auspflanzung auf der Plantage zur Verfügung standen, nur mehr 59 % der ursprünglich gepfropften Pflanzen betrug. Aber auch damit war noch nicht eine endgültige Zahl erreicht; wahrscheinlich tragen die etwas extremen Boden- und Klimaverhältnisse des endgültigen Auspflanzungsortes dazu bei, daß laufend weiter Pflanzenabgänge zu verzeichnen sind, die weiterhin etwa 1 — 2 % pro Jahr betragen (aber nicht bei allen Arten der Unterlagen im gleichen Ausmaß).

### Wachstum und Verträglichkeit

Um nun die Verträglichkeit von Reis und Unterlage näher erkennen zu können, wurden im Laufe der Beobachtungen verschiedene Hinweise gefunden, die im folgenden beschrieben werden sollen.

Die Anzahl der Klone je Unterlagenart und auch die Anzahl der Pfropfungen kann dabei wohl als ausreichend angesehen werden, um all diesen Ergebnissen in Hinkunft eine Beachtung zu geben; außerdem wurden viele Beobachtungen mehrere Jahre hindurch wiederholt, um sowohl den Einfluß der klimatischen Unterschiede der einzelnen Jahre als auch den des unterschiedlichen Alters der einzelnen Pfropfungsgruppen möglichst gering zu halten.

#### a) Verwachsung der Pfropfstelle:

Als ein Kennzeichen der Güte der Verwachsung von Reis und Unterlage wurde die Pfropfstelle näher in Augenschein genommen, wobei neben der unterschiedlichen Dicke von Reis und Unterlage auch auf die knollige Verdickung der Verwachsungsstelle geachtet wurde; während im allgemeinen die Unterlage gleiches bis stärkeres Dickenwachstum zeigte (etwa 41% bzw. 50% aller Pfropfungen), waren nur wenige Pfropfungen (9%) zu finden, bei denen das Reis das stärkere Wachstum zeigte. Auffallend wenig Pfropfungen auf *P. mugo* (30%) zeigten ein betontes Unterlagenwachstum, dagegen zeigten be-



Abb. 1. — Bruchstelle einer 8jährigen Pfropfung (*Pinus cembra* auf *Pinus nigra*); die im Bild rechte Stammseite ist verwachsen (Pfropfstelle); die linke Seite gleicht einem Sägeschnitt, es kam nur zu einer oberflächlichen Berührung.

sonders die Pfropfungen auf *P. griffithii* ein deutliches Überwiegen dieser Fälle (83%); etwa 50—56% betrug diese Art der Verwachsung bei den artgleichen und den übrigen Unterlagen. Es ist also gerade in dieser Hinsicht bei der Mehrzahl der Pfropfungen von *P. cembra* auf andersartige Unterlagen mit einem Zurückbleiben des Reiswachstums zu rechnen.

Weniger erfreulich ist das Ergebnis dieser Pfropfung, wenn man die Verwachsungsstelle selbst betrachtet; es kommt hier häufig zu einer Knotenbildung, die wahrscheinlich auf Schwierigkeiten bei der Verwachsung hinweist; die Anzahl dieser Knoten ist allgemein sehr gering; sie beträgt insgesamt nur 12%, ist aber besonders hoch bei den Unterlagen der Art *P. silvestris* (18%) und vor allem bei *P. nigra* (21%). In diesem Zusammenhang erscheint besonders wichtig, daß bei diesen Untersuchungen 3 Pfropfungen auf *P. nigra* als Unterlage — nach über 9 Jahren Wachstum — an der Pfropfstelle abgebrochen sind. Die nähere Untersuchung dieser Bruchstellen (Abb. 1) ergab, daß die Verwachsung nur zu einem kleinen Teil erfolgen konnte und der übrige Teil der Berührungsstelle ohne Zusammenhalt blieb; diese Seite der Bruchstelle gleicht einem Sägeschnitt, es kam also nur zu einer oberflächlichen Berührung. In der Abbildung ist auch eine leichte knollige Verdickung der Pfropfstelle zu sehen; diese Art der Knollenbildung blieb jedoch in der oben gegebenen Aufstellung noch unberücksichtigt; überraschend war, daß trotz der nur schmalen Verwachsung das Wachstum des Reises durch so lange Zeit und zudem noch mit voller Kraft erfolgen konnte (diese beiden Pfropfungen gehörten zu den größten, zeigten gesunde Nadelfarbe und blühten regelmäßig). Wahrscheinlich erfolgte durch diese Berührungsstelle sogar ein Stoffaustausch, ohne daß diese Verwachsung echt war.

#### b) Austrieb und Johannistriebbildung:

Die Wachstumsbeobachtungen der Zirbenpfropfungen wurden vor allem auf physiologische Merkmale und deren Auswirkungen ausgedehnt, da ja gerade hier die stärksten Unterschiede zwischen den einzelnen Unterlagenarten gegeben sind und deshalb auch bei den Pfropfungen zu erwarten waren. So zeigte die Austriebsbeobachtung durch mehrere Jahre hindurch, daß keine deutlichen Unterschiede gegeben sind, wie überhaupt die Zirbe durch ihre längliche Knospe und ihren undeutlichen Wachstumsbeginn gar nicht einen festen Zeitpunkt des Austriebes erkennen läßt. Aber so wie bei den Sämlingen beginnen die Triebe bereits früh im Jahr mit dem Wachstum und meist schließen sie den ersten Wachstumsschub mit Bildung der Nadeln ab, wenn die bodenständigen Nadelhölzer erst beginnen, ihre Knospen zu öffnen; daraus ist erkennbar, daß die Aktivität der Wurzeln im Boden frühzeitig genug beginnt. Die dabei des öfteren auftretenden Nachtfröste und Schneefälle scheinen dem zarten Junggewebe der Zirbe nicht schaden zu können, da keinerlei Schädigungen festgestellt wurden (das Wachstum der bestäubten Zapfenblüten des Vorjahres beginnt sogar noch früher).

Unterschiede bei den heteroplastischen Pfropfungen sind jedoch zu erkennen, wenn der Johannistriebbildung ein Augenmerk zugewendet wird. Die Zirbenjungpflanzen bilden normalerweise kaum Johannistriebe aus, was wahrscheinlich wie bei den Hochlagenfichten mit der Herkunft dieser Holzart aus den Hochlagen der Alpen zusammenhängt (HOLZER 1966, 1967, 1969 a); um so mehr überrascht das Auftreten eines zweiten Wachstumsschubes

Tabelle 3. — Abhängigkeit verschiedener Pfropfungsmerkmale von der Art der Unterlage.

Merkmal	Art der Aufnahmedaten	Art der Unterlage					
		<i>P. cembra</i>	<i>P. strobus</i>	<i>P. griffithii</i>	<i>P. nigra</i>	<i>P. mugo</i>	<i>P. silvestris</i>
Anzahl der Pfropfungen 1967		166	42	29	204	99	93
Anzahl der vorhandenen Klone 1967		76	27	14	85	65	65
Johannistriebbildung 1967	1 = stark 2 = schwach 3 = keine	2,05	2,00	1,69	1,66	1,74	1,92
	in % der Anzahl	13	48	55	35	47	40
Höhenzuwachs							
Durchschnitt	in cm	8,87	12,05	13,99	12,14	13,54	15,04
1967		8,69	11,36	14,90	11,82	13,42	14,27
1968		8,69	12,83	13,00	12,30	13,35	16,07
1969		9,23	11,96	14,07	12,30	13,85	14,77
Blütenbildung 1967	männlich in % weiblich in %	6,0 15,0	16,7 21,4	51,7 48,3	28,4 25,0	34,3 37,4	47,3 49,5
Blütenbildung 1968	männlich in % weiblich in %	6,0 23,0	22,0 14,0	14,0 17,0	20,0 17,0	18,0 31,0	11,0 24,0
Kronenform	1 = schlank 5 = breit	1,70	2,61	2,55	2,33	2,34	2,62
Anzahl der Seitenzweige	1 = viele 3 = wenig	2,53	2,15	2,04	1,74	1,85	1,80
1967							
1969	numerisch	2,5	3,9	5,2	3,9	4,1	5,0
Nadellänge	1 = kurz 5 = sehr lang	2,75	2,86	2,93	2,92	3,23	3,03
Nadelfarbe	1 = gelbgrün 4 = graugrün	2,76	2,88	2,69	2,47	2,90	3,07
durchschnittliches Alter Mitte 1968		8,6 J	6,7 J	7,8 J	6,8 J	7,3 J	7,5 J

bei den Pfropfungen der Reiser von Altbäumen; wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, kommt dieser 2. Wachstumsschub bei Abhängigkeit von der Art der Unterlage relativ häufig vor; 47–55% der Pfropfungen auf *P. strobus*, *mugo* und *griffithii* zeigen eine stärkere Johannistriebbildung, wogegen nur 13% der Pfropfungen auf *P. cembra* ein zweites Wachstum zeigen, das außerdem noch wesentlich schwächer ist als bei den übrigen Arten. Der stärkste Grad der Johannistriebbildung tritt bei den Pfropfungen auf *P. nigra* auf, allerdings nur bei 35% dieser Pflanzen. Man kann also ersehen, daß die Johannistriebbildung sehr stark von der Art und Wüchsigkeit der Unterlage bzw. deren Wachstumsrhythmus beeinflusst wird.

#### c) Höhenwachstum:

Ein besonders signifikantes Ergebnis über die Zusammenhänge von Reis und Unterlage bei heteroplastischen Pfropfungen ergibt die jährliche Höhenzuwachsmessung. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, war dieser Wert durch 3 Jahre nahezu unverändert geblieben, zeigt aber sehr starke Abhängigkeit von der Unterlagenart. Während *P. cembra* als Unterlage eindeutig den Wuchs des Reises zurückhält (9 cm pro Jahr), wird dieser besonders stark durch die raschwüchsigen Unterlagenarten *P. silvestris*

(15 cm pro Jahr) und *P. griffithii* (14 cm pro Jahr) gefördert. Überraschenderweise übt auch die Unterlage *P. mugo* — d. i. eine kriechende, langsam und nie baumförmig wachsende Art der alpinen Baumgrenze — noch eine eher fördernde Wirkung auf das Wachstum des Zirbenreises aus (13,5 cm pro Jahr). Die schwache Förderung des Reises auf den Unterlagen *P. strobus* (12 cm pro Jahr) und *P. nigra* (12 cm pro Jahr) kann in diesem Zusammenhang wohl nur gemeinsam mit sonstigen Beobachtungen durch eine schlechtere Verträglichkeit dieser Verbindung erklärt werden und scheint diese auch besonders zu betonen.

Wie die parallel zu diesen Untersuchungen laufenden Klonprüfungen ergaben (HOLZER 1969 b), ist das Höhenwachstum der Pfropfungen auch von der Herkunft bzw. vom Ausgangsbaum und dessen Eigenschaften abhängig (siehe auch Tab. 1); die oben geschilderten Ergebnisse des Einflusses der Unterlage auf das Wachstum erfordern nun, wie auch bereits bei diesen Versuchen zu erkennen ist, eine besonders sorgfältige Anlage derartiger Prüfversuche, die jedoch nicht immer zu voller Zufriedenheit gelingt. Die Herkunft I/6/1 wurde ebenso wie die Herkunft I/8 auf Grund der damals vorhandenen Unterlagen zu einem erheblichen Teil auf *P. cembra* als Unterlage ge-

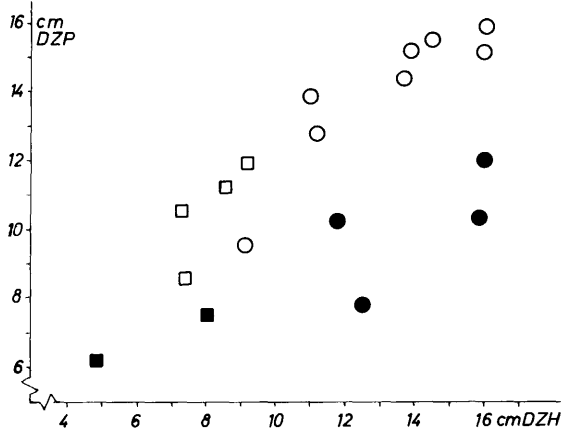


Abb. 2. — Starke Abhängigkeit des Höhenwachstums der Zirbenpfropfungen (DZP) verschiedener Herkünfte (siehe Tab. 2) vom mittleren Höhenzuwachs der Auswahlbäume (DZH); normale Auswahl-Kreise, Sonderauswahl-Quadrate; volle Zeichen durch größere Anzahl Pfropfungen auf die Unterlage *P. cembra* stark gedrückt bei den Herkünften I/6/1 und I/8 aus verschiedenen Seehöhenstufen.



Abb. 3. — Beispiel einer jährlich wiederkehrenden Blütenbildung bei Zirbenpfropfungen.

pfropft (54 *cembra*, 21 *silvestris* und 15 *nigra*, bzw. 57 *cembra*, 25 *silvestris* und 25 *nigra*); das aus diesem Versuch erhaltene Ergebnis zeigt nun deutlich den Einfluß der langsamwüchsigen Unterlage derart, daß vor allem das Höhenwachstum der normalen Auswahl erheblich hinter den übrigen Herkünften zurückbleibt, obwohl das Wachstum der Auswahlbäume selbst wie auch das der Nachkommen eher als überdurchschnittlich bezeichnet werden muß (HOLZER 1969 b, Abbildung 3, 4 und 5; — Abbildung 2 dieser Arbeit). Daraus ist nun eindeutig ersichtlich, daß eine übermäßige Beeinflussung des Wachstums des Reises durch die Unterlage, wie in dem geschilderten Fall, mitunter ein Versuchsergebnis sehr verfälschen kann, weshalb hier besondere Vorsicht gegeben erscheint.

#### d) Blütenbildung:

Eine Besonderheit dieser Art von Pfropfungen ist nun, daß sie — wie im allgemeinen bei Kiefernpfropfungen — verhältnismäßig früh zu einer Blütenbildung kommen, wodurch hier besonders gezielte Versuche zur Anlage von Samenplantagen möglich erscheinen (Abb. 3). Deshalb ist gerade hier die Untersuchung des Einflusses der Unterlage von besonderer Bedeutung; in Tabelle 3 sind die Prozentzahlen der Pflanzen mit Blüten in zwei Beobachtungsjahren angegeben; zu ergänzen wäre noch, daß 1969 etwa die Hälfte der Pfropfungen weibliche Blüten ausgebildet hat-

te — wogegen kaum männliche gefunden wurden — wobei kaum Unterschiede zwischen den Unterlagenarten feststellbar waren. Besonders 1967 erfolgte eine reichliche Blütenbildung, bei der auch der Einfluß der Unterlage deutlich erkennbar war. Während rund 50% der Pfropfungen auf *P. silvestris* und *P. griffithii* beide Arten von Blüten ausbildeten, waren es nur rund 10% der Pfropfungen auf *P. cembra* und 20—35% der übrigen. Im folgenden Jahr erfolgte eine Verschiebung derart, daß alle Unterlagenarten eine etwa gleichmäßige Blütenbildung hervorbrachten; wie bereits oben gesagt wurde, sind auch im Jahre 1969 keine deutlichen Unterschiede in der Blütenbildung gegeben.

Diese Ergebnisse lassen mit Ausnahme des Jahres 1967 noch keine eindeutige Abhängigkeit der Blütenbildung von der Art der Unterlage erkennen; es kann somit in diesem Merkmal kein endgültiges Ergebnis einer Abhängigkeit gegeben werden, obwohl auch hier ein Einfluß der Unterlage auf das Reis angenommen werden muß, der gerade bei einem Merkmal wie Blütenbildung nur in Extremjahren, wie es 1967 war, deutlich erkennbar wird.

#### e) Verzweigung und Kronenbildung:

Da eine Beeinflussung des gesamten Wachstums der heteroplastischen Pfropfungen zu erwarten war, wurden nicht nur Höhenwachstum und Blütenbildung der einzelnen Pfropfungen regelmäßig beachtet, sondern es wurde auch noch anderen Merkmalen Beachtung geschenkt. Hier wären vor allem die Ausbildung der Krone und die Stärke der Seitenzweigung anzuführen.

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, wurde die Form der Krone nach vier Klassen von schmal bis breit beurteilt (Abb. 4); gerade dieses Merkmal scheint genetisch fixiert zu sein, so daß man auch am Wachstum der Pfropfungen diese Anlage zu erkennen glaubt (EHRENBERG), und so schien es hier besonders wichtig, die Einflüsse der Unterlage zu kennen. Immerhin schwanken die Mittelwerte der einzelnen Unterlagenarten fast um 1 Klassenwert (*P. cembra* 1.70 gegenüber *P. silvestris* 2.62), das sind also über 25% des gesamten Streubereiches, wobei mitunter auch innerhalb der gleichen Verbindungsart noch weitere Streuungen hinzukommen, die letztlich auch durch die genetische Veranlagung der verschiedenen Klone überdeckt wird.

Bei den Unterlagen der Arten *P. cembra* und *P. nigra* tritt außerdem relativ häufig auch ein gestauchter Wuchs (17 bzw. 13%) auf, wodurch mehrere Jahre hindurch kein normales Trieb- und Höhenwachstum möglich wird; in

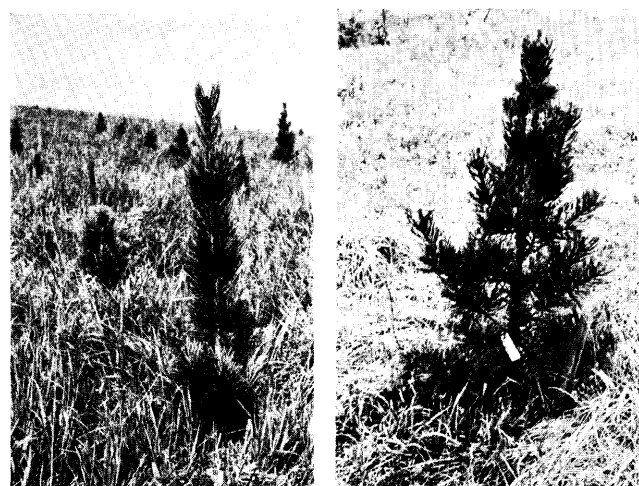


Abb. 4. — Beispiele für extrem schmale bzw. breite Kronenbildung bei Zirbenpfropfungen.



Abb. 5. — Bildung einer buschigen Krone bei einer Zirbenpflanzung, die nach mehreren Jahren noch keinen Höhentrieb ausgebildet.

einigen Fällen kommt es sogar zur Ausbildung einer buschigen Krone (Abb. 5); beides könnte mit der Entnahmestelle des Reises zusammenhängen, vor allem letzteres scheint  $\pm$  unabhängig von der Unterlage und vom Auswahlklon zu sein.

Ähnlich verhält es sich mit der Anzahl der Seitenzweige, die im Jahre 1967 nach einem dreiklassigen Schema, im Jahre 1969 nach ihrer genauen Zahl aufgenommen wurde. Im letzteren Jahr wurden alle Seitenzweige des obersten Quirls gezählt, wobei mitunter bis zu 11 Zweige in einem Wirtel festgestellt wurden, die dann in 2 Kreisen dicht übereinander angeordnet waren. Die Übereinstimmung der beiden Beobachtungsjahre ist gut; es ist daraus zu erkennen, daß auch hier ein Einfluß der Unterlage unverkennbar ist. Besonders die numerische Wiedergabe zeigt deutlich, daß die artgleiche Unterlage mit 2,5 Seitenzweigen pro Pflanzung weit hinter den übrigen zurückbleibt; die maximale Seitenzweiganzahl wird bei den Unterlagen *P. griffithii* (5,2) und *P. silvestris* (5,0) erreicht; somit werden bei diesen mehr als doppelt so viele Seitenzweige gebildet, wodurch die ganze Pflanzung ein anderes Aussehen erhält (Tab. 3); die Kronenbreite wird dadurch jedoch nicht beeinflußt; diese ist von der Länge und dem Astwinkel der Seitenzweige abhängig; diese beiden Merkmale streuen aber sehr stark, so daß sie nicht fehlerfrei aufgenommen werden konnten.

#### f) Nadelausbildung:

Die Ausbildung der Nadeln schwankt sehr stark zwischen den einzelnen Pflanzungen und so lag es nahe, auch diese näher auf den Einfluß der Unterlage zu untersuchen. Es wurden verschiedene Beobachtungen angestellt, aber nur bei der Nadellänge und der Farbe sind deutliche Unterschiede erkennbar.

Die Nadellänge wurde 1967 nach 5 Klassen von kurz bis sehr lang bonitiert; das Ergebnis dieser Untersuchungen ist gleichfalls in Tabelle 3 dargestellt und es ist erkennbar, daß auch hier *P. cembra* als Unterlage die geringste Förderung des Reises gibt; hier ist die mittlere Nadellänge deutlich kürzer als bei den übrigen Unterlagenarten (0,1 bis 0,5 Klassen); auffallend lange Nadeln sind bei Pflanzungen auf *P. mugo* zu finden (0,3 Klassen über dem Durchschnitt), wobei die Nadeln noch oft weich nach oben wegstehen und z. T. auch verdreht sind. Die übrigen Unterlagenarten verhalten sich weniger deutlich unterschiedlich; jedenfalls besteht keinerlei Zusammenhang mit deren Nadellänge.

Die Nadelfarbe zeigt auch einige Unterschiede, denen vielleicht weniger Bedeutung zugemessen werden sollte; während die meisten Pflanzungen eine satte, fast graugrüne Farbe zeigen, — immerhin kann man in der Nadelfarbe ein Merkmal für die Gesundheit miterkennen —, liegt die Vermutung nahe, daß der extreme Wert für die Nadelfarbe der Pflanzungen auf *P. nigra* (2,47) vielleicht auf eine schlechtere Verträglichkeit hinweist, wie sie auch bei verschiedenen anderen Beobachtungen zu vermuten ist; allerdings kann gerade bei dieser Unterlagenart auch ein edaphischer Faktor mit in Rechnung gestellt werden; *P. nigra* ist eine ausgesprochen kalkiphile Art und deren Wurzeln könnten sich unter den Bedingungen des Anpflanzungsortes, der einen schweren lehmigen und kalkarmen Boden hat, nicht ganz wohl fühlen; aus diesem Grund könnte eine schwierigere Versorgung des Reises angenommen werden; immerhin ist bei dieser Unterlagenart (ausgenommen *P. strobus*) der Abgang auf der Plantagenfläche am größten und könnte auf dieser Art erklärt werden.

#### Schlußfolgerungen

Auf Grund der vorliegenden Ergebnissen bei heteroplastischen Pflanzungen der Zirbe auf Unterlagen anderer Kiefernarten muß bei der Erörterung von Versuchsergebnissen, basierend auf Pflanzungen von Auswahlbäumen, in allen Fällen mit Vorsicht herangegangen werden; die in dieser Arbeit auftretenden Unterschiede der Reaktion Reis — Unterlage sind in einigen Fällen so stark, daß eine Beurteilung auf Grund weniger Pflanzungen, vor allem wenn sie heteroplastisch, aber auch wenn sie auf verschiedenklonigen Unterlagen der gleichen Art erfolgt sind, nicht ohne weiteres möglich ist. Da aber gerade diese Art der heterovegetativen Vermehrung dzt. im großen Ausmaß angewendet wird, war es notwendig, diese Versuchsergebnisse aufzuzeigen.

Im einzelnen wäre hervorzuheben, daß die seit langem bekannte gegenseitige Beeinflussung in der Wuchskraft auch andere Wirkungen zeigt, die gerade bei einer Klontestung unerwünscht sind. Sie sind nicht nur physiologischer, sondern auch morphologischer Art. Die physiologische Beeinflussung wurde bereits durch Untersuchungen von SEWEROWA erkannt und durch KAMALINOV besonders nachgewiesen, der bei den Pflanzungen von *P. cembra* auf die Unterlage *P. silvestris* eine erhöhte Stoffproduktion erkannte, die er durch erhöhte CO<sub>2</sub>-Aufnahme bestätigen konnte. Auch in diesem Versuch kann durch verstärktes Höhen- und Seitenzweigwachstum darauf geschlossen werden. Andererseits wird wahrscheinlich auch das Höhenwachstum durch die Zunahme der gesamten Nadelmasse durch vermehrte Seitenzweige und längere Nadeln noch zusätzlich gefördert. Hingegen scheint das unterschiedliche Alter der Ausgangsbäume keinen Einfluß auszuüben (Tab. 1). Überraschend in diesem Zusammenhang ist der starke Höhenwuchs und auch die vermehrte Johannistriebbildung auf *P. mugo*, wo es sich hier um eine extrem langsamwüchsige Kiefernart aus Hochlagen handelt; auch die übermäßig langen Nadeln dieser Art von Pflanzung überraschen und können dzt. keine Erklärung finden; aber die extrem langen Nadeln können durch die dadurch gegebene erhöhte Assimilationsmasse eine Förderung des Gesamthöhenwuchses mitergeben. Hingegen bleibt es noch ungeklärt, warum gerade die wüchsigen Kiefernarten *P. nigra* und *P. strobus* ein unbefriedigendes Ergebnis zeigen. Gerade hier scheint es wichtig, darauf hinzuweisen, daß AHLGREN bei gleichen und ähnlichen

Pfropfungen auf *P. strobus* bzw. *P. resinosa* bessere Erfolge im Wuchs und in der Blütenbildung erzielen konnte, wogegen gerade in diesem Versuch *P. strobus* als Unterlage praktisch versagte, ein Ergebnis, das durch HEIMBURGER in ähnlich gelagerten Fällen bestätigt wird; interessanter Weise ist auch bisher noch keine Bastardierung dieser beiden Arten gelungen (WRIGHT, BINGHAM u. a.). Es muß hier allgemein auf die frühe Blütenbildung bei derartigen Pfropfungen hingewiesen werden, die von verschiedenen Autoren bestätigt wird (GRABOVSKAJA, NIKITIN, SEWEROWA, OPITZ 1966) und gerade für die Anlage von Samenplantagen von besonderem Wert ist (HOHRIN, OPITZ 1959).

Eine Klonenwertprüfung mit Pfropfungen dieser Art wird somit nur schwer zu einem brauchbaren Ergebnis führen; ein Fortschritt kann außer durch autovegetative Vermehrung nur dann gegeben werden, wenn als Pfropf-Unterlage der heteroplastischen Vermehrung geklontes Material verwendet wird, wobei nicht ein, sondern mehrere Klone gleichzeitig nebeneinander für die gleichen Ausgangsbäume zur Verfügung stehen müssen, da auch zwischen den Klonen erhebliche Unterschiede und Unverträglichkeitsreaktionen zu erwarten sind. Im Fall der Verwendung von Unterlagen anderer Species wird diese Art von Klon-Testung noch weiter erschwert, da zusätzlich vermehrte Reaktionen der Unverträglichkeit, aber auch der Wachsförderung und dgl. zu erwarten sind.

#### Zusammenfassung

Es wird über die Erfolge einer größeren Anzahl von heteroplastischen Zirbenpfropfungen berichtet, wobei neben der arteiligen Unterlage als Kontrolle die Arten *P. strobus*, *P. griffithii*, *P. silvestris*, *P. nigra* und *P. mugo* als Unterlage für die Pfropfung von 125 Auswahlbäumen Verwendung fanden. Nach über achtjährigen Beobachtungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Die Pfropferfolge sind unterschiedlich, der Ausfall ist besonders hoch bei den Unterlagen *P. nigra* und *P. strobus*.
- Die Verträglichkeit von Reis und Unterlage wird sowohl an physiologischen als auch morphologischen Merkmalen erkennbar.
- Die beste Wuchs- und Blütenförderung wird auf den Unterlagen *P. griffithii* und *P. silvestris* erzielt, am wenigsten entsprechen neben den Kontrollen mit der arteiligen Unterlage die Unterlagen *P. nigra* und *P. strobus*.
- Auch an Merkmalen wie Kronenbildung und Verzweigung, aber auch Nadellänge und Nadelfarbe sind deutliche Unterschiede erkennbar.

Aus diesen Ergebnissen werden Schlußfolgerungen gezogen, die darauf hinweisen, daß eine Klontestung durch Pfropfung in erster Linie geklontes Unterlagematerial erfordert und besonders bei heteroplastischen Pfropfungen nur auf Grund einer größeren Anzahl von Versuchspflanzen durchführbar ist.

#### Summary

This paper reports the success of a greater part of heteroplastic graftings with scions of *Pinus cembra*, whereby rootstocks are taken from nursery plants of the species *P. strobus*, *P. griffithii*, *P. silvestris*, *P. nigra* and *P. mugo*, as *P. cembra* for comparison; all together 1 260 graf-

tings were made with scions of 125 selected trees. The observation of more than eight years has brought the following results:

- the success of grafting is different, the loss of plants is greatest at the stocks of *P. nigra* and *P. strobus*;
- the compatibility of scion and rootstock is to recognise at physiological and at morphological characteristics;
- the best advance of growth and flowering is given at the rootstocks *P. griffithii* and *P. silvestris*, the worst results are obtained with *P. cembra*, *P. nigra* and *P. strobus*;
- there are markable differences at the characters crown-formation, number of branches, length of needles and theirs colour.

These results give conclusions which point out that clone testing by grafting needs rootstocks of the same clone; and especially at heteroplastic graftings these tests could be arranged only with a greater number of testplants.

#### Literatur

- AHLGREN, C. E.: Some factors influencing survival, growth and flowering of intraspecific and interspecific Pine grafts. Journ. For. 60, 1962. — BINGHAM, R. T., STEINHOFF, R., und HOFF, R. J.: im Druck. — BOGDANOV, B.: Interspecific and seasonal compatibility in grafting *Pinus peuce* on to *P. silvestris*. Gorsko Stopanstvo 23, 1967 (russ.). — CHOI, S. K.: Studies on the Plus Tree Grafting (Conifer). Res. Rep. of the Office of Rural Development 9, 1966. — CHRAMOWA: Pfropfung von Zirbe auf Kiefer im Bezirk Novosibirsk. Lesnoj hosiajstwo 12, 1962 (russ.). — EHRENBURG, C.: Genetic variation in progeny tests of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). Stud. For. Suec. 10, 1963. — GRABOVSKAJA, A. A.: Flowering and seeding of grafts of five-needled Pines. Referat. Z., Moskva, 1967 (russ.). — HEIMBURGER, C.: Some observations on weevil resistance of *Pinus peuce*. 14th NE Forest Tree Improv. Conf. 1966 (1967). — HOHRIN, A. V.: Bedeutung und wirtschaftlicher Nutzen der Zirbenpfropfung. Lesnoj hosiajstwo, Mosk., 15, 1962 (russ.). — HOLZER, K.: Die Zirbe in der Forstpflanzenzüchtung. Informationsdienst 9, Beilage zur Allg. Forstztg. 69, 1958. — HOLZER, K.: Zirbenpfropfungen. Allg. Forstzeitung 71, 1960. — HOLZER, K.: Die Vererbung von physiologischen und morphologischen Eigenschaften der Fichte. I. Sämmlingsuntersuchungen. Mitt. FBVA., Heft 71, 1966. — HOLZER, K.: Das Wachstum des Baumes in seiner Anpassung an zunehmende Seehöhe. Mitt. FBVA., Heft 75, 1967. — HOLZER, K.: Intrinsic qualities, acclimatisation and growth potential of native white pines in Europe. Im Druck (1969 a). — HOLZER, K.: Erste Ergebnisse der Auswahl von Zirbeneinzelbäumen (*Pinus cembra* L.). Centralbl. f. d. Ges. Forstwesen 86 (1969 b). — JAKOVLEVA, L. V.: Trial of interspecific and intergeneric grafting of conifers in the open. Lesn. hos. 6, 1967 (russ.). — KAMALITNOW, G. S.: Chlorophyllmangel und Photosynthese von Pfropfreisern und Mutterstämmen der Zirbe. Lesnoj Jurnal 2, 1964 (russ.). — LANGNER, W.: Einführung in die Forstpflanzenzüchtung I — XVI. Allgem. Forstzeitschrift 12—13, 1957. — NENJUHIN, V. N.: Anatomy of grafts in certain *Pinus* species. Lesn. Z. Archangelsk 9, 1966 (russ.). — NIKITIN, J. N.: Results of interspecific and intergeneric grafting of valuable conifer species. Lesn. hos. 16, 1963 (russ.). — OPITZ, H.: Versuch einer Zirbelkiefer-Samenplantage in Javorina. Sbornik prác o Tatranskom Národnom Parku, 3, 1959 (tschech.). — OPITZ, H.: Versuchsweise Zirbelkiefer-Samenplantage in Javorina. Tanap 9, 1966 (tschech.). — PROKAZIN, E. P.: A method for mass interspecific and intergeneric grafting of conifer in field conditions. Bot. Z. 47, 1962 (russ.). — ROHMEDER, E., und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. P. Parey, Hamburg, Berlin, 1959. — SCHENCK, C. A.: Fremdländische Wald- und Parkbäume. P. Parey, Berlin, 1939. — SCHÜTT, P.: Züchtung mit Kiefern. Mitt. Bundesforschungsanstalt für Forst u. Holzwirtschaft, Reinbek bei Hamburg, Hefte 40, 42 (1958). — SEWEROWA, A. S.: Vegetative Vermehrung der Nadelbäume. Mitt. d. Inst. d. Waldes der Akad. d. Wissenschaften, Moskva, Bd. VIII, 1951 (russ.). — STAIRS, G. R.: Heteroplastic graftings of forest trees. Mimeogr. N. Y. State Univ., Syrakuse, N. Y., 1964. — SYRACH-LARSEN, C. S.: Genetics in silviculture. Fairlawn, New Jersey, 1956. — WRIGHT, J. W.: Genetics of Forst Tree Improvement. FAO, Rome, 1962.