

Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D.C. und *Larix leptolepis* Gord.

Von WOLFGANG LANGNER

(Fortsetzung und Schluß)

2. Die Nachkommen aus Selbstungen

Selbstungen haben vererbungsmäßig eine besondere Bedeutung. Sie geben Anhaltspunkte für die genetische Struktur der geselbsteten Pflanze. Durch Inzucht mehrerer Generationen werden sowohl die dominanten als auch die rezessiven Gene homozygot. Während die dominanten Gene bei den meist heterozygoten **Fremdbefruchtern** auch durch Analyse großer Nachkommenschaften aus Kreuzbefruchtungen und frei abgeblühten Bäumen erfaßt werden können, ist dies für die rezessiven Gene nur durch Selbstungen möglich. Da Homozygotie solcher rezessiven Gene in der Regel Krüppelwuchs, **Wuchsschwäche** oder irgendwelche Abnormitäten hervorruft, kann man aus dem Anteil solcher schlechtwüchsiger Typen in der Nachkommenschaft der Selbstungen auf das Vorhandensein rezessiver Gene bei dem geselbsteten Baum schließen. Umgekehrt läßt ein großer Anteil an normalwüchsigen Nachkommen eine weitgehende **Homozygotie** dominanter Gene bei dem geselbsteten Baum vermuten, ein Befund, der dann unter Umständen durch das Verhalten der Nachkommen der frei abgeblühten Bäume ergänzt werden kann.

Es wurden sämtliche sieben Bäume mit sich selbst befruchtet. Wie bereits im Kapitel Befruchtung und **Samenentwicklung** dargelegt, ergaben diese Selbstungen nur einen sehr geringen Ansatz **keimfähigen** Samens, so daß weitgehende Selbststerilität angenommen wurde. Infolge des Verlustes sämtlicher Aufschreibungen durch Kriegseinwirkung ist nicht mehr feststellbar, welcher Prozentsatz der erhaltenen Samen keimte. Dem Erinnern nach kann jedoch mit Bestimmtheit gesagt werden, daß aus einer verhältnismäßig **großen** Zahl nur sehr wenige Pflanzen entstanden sind und daß bereits im 2. Jahre nur noch **26** Pflanzen von **2 X 2**, **6** von **5 X 5** und **7** von **6 X 6** am Leben waren. Daraus kann geschlossen werden, daß die Lebenskraft eines großen Teiles der aus Selbstungen entstandenen Pflanzen erheblich herabgesetzt ist, was auch **darin** zum Ausdruck kommt, daß nach dem Versetzen auf die Freifläche 12 der **26** Pflanzen von **2 X 2** bereits nach weiteren drei Jahren eingingen. Besonders

ersichtlich wird die Herabsetzung der Lebenskraft beim Vergleich der Wuchsleistungen der Selbstungen gegenüber benachbarten bzw. auf ähnlichem Standort der Versuchsfläche stockenden Nachkommen aus **Individualkreuzungen** zwischen jeweils dem geselbsteten Baum und einem anderen der gleichen Art sowie beim Vergleich mit den entsprechenden Nachkommen der frei abgeblühten **Selbstungsbäume** (Tab. 7). Danach sind die Selbstungen sowohl im Höhenwuchs als auch besonders in der **Durchmesserleistung** den Vergleichssorten unterlegen. Entsprechend ihrer Unwüchsigkeit, insbesondere im Durchmesserwachstum, besitzen die Selbstungen **2 X 2** und **5 X 5** auf Aira schlankere **Stämme** als ihre wüchsigeren Vergleichssorten. Daß auf Vacciniumstandort (**5 X 5** und **6 X 6**) die Schlankheitsgrade der Selbstungen davon abweichend kaum von den Schlankheitsgraden der Vergleichssorten unterschieden sind, dürfte lediglich eine Folge der niedrigen Individuenzahlen sein. Eine Berechnung der Sicherheitskoeffizienten muß wegen der wenigen vorhandenen Pflanzen entfallen. Die gefundene Tendenz ist jedoch, abgesehen von den erwähnten unbedeutenden Ausnahmen, so eindeutig, daß an ihrer **veranlagungsmäßigen** Fundierung nicht gezweifelt werden kann.

Während also die besprochenen Selbstungen untereinander hinsichtlich ihrer niedrigen Wuchsleistungen gegenüber den anderen Nachkommenschaften übereinstimmen, verhalten sie sich in ihrer allgemeinen Form verschieden. Es zeigen sich einwandfreie Unterschiede zwischen **6 X 6** und den anderen beiden Selbstungen. Während nämlich **6 X 6** in einigen Exemplaren gegenüber den **Vergleichssorten** starke Inzuchterscheinungen in Gestalt von Verkrüppelungen und struppigem Wuchs zeigt (Abb. 21), ist der Phänotyp von **2 X 2** und **5 X 5** als durchaus normal zu bezeichnen. Abbildung 22 zeigt Nachkommen der Selbstung **5 X 5** im Vergleich zu Nachkommen einer **leptolepis-Individualkreuzung** mit einer anderen Mutter (**4 X 5**). Die Selbstungsnachkommen sind dabei, abgesehen von einer **Depression im Höhenwuchs**, den anderen annähernd gleichwertig. Offensichtlich besitzt also der Baum **6** eine große Anzahl rezessiver, Verkrüppelung bewirkender Gene in

Tabelle 7
Selbstungen verglichen mit Kreuzziigen und Nachkommen frei abgeblühter Bäume der gleichen Art auf benachbarten Parzellen im 13. Lebensjahr

Sorte	Stückzahl		Aira-Standort			Vaccinium-Standort		
	Aira	Vaccinium	Höhe cm	Durchmesser mm	Schlankheitsgrad h : dm	Höhe cm	Durchmesser mm	Schlankheitsgrad h : dm
2 X 2	10	—	620	91	74	—	—	—
2 X 3	15	—	680	105	66	—	—	—
2 X 1 (1)	20	—	760	136	57	—	—	—
B 2	28	—	770	130	61	—	—	—
5 X 5	3	2	600	72	82	540	73	74
4 X 5	35	—	820	133	62	—	—	—
B 5	22	5	720	120	61	680	99	70
6 X 6	—	5	—	—	—	460	69	67
6 X 7	—	8	—	—	—	630	97	66
B 6 (1)	—	33	—	—	—	550	87	66

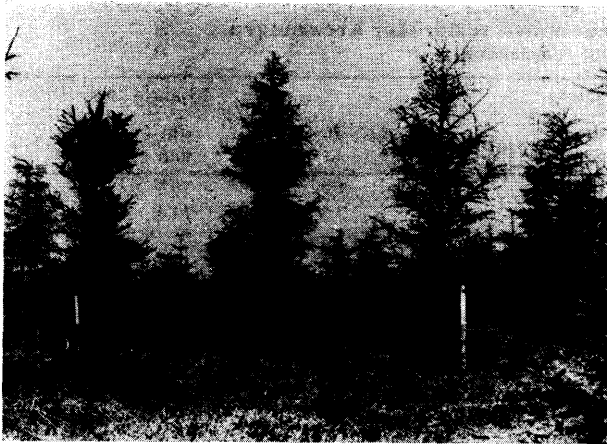


Abb. 21. Nachkommen der Selbstung 6 × 6 (europaea) mit deutlichen Inzuchterscheinungen. Phot. LANGNER.

heterozygotem Zustand, die durch die Selbstung homozygot geworden sind, während die Zahl solcher ungünstiger Erbanlagen bei den Mutterbäumen 2 und 5 sehr viel geringer ist. Auch der Rückgang des Höhen- und Stärkenzuwachses ist ebenso wie das Auftreten guter Formen wohl durch das Homozygotwerden von im Selbstungsbaum heterozygot vorhandenen rezessiven Genen für geringe Wüchsigkeit bzw. gute Schaftform zu erklären. Ähnliche Ergebnisse hatten die von SYRACH LARSEN (65) durchgeführten Versuche, dessen Selbstungslärchen sich auffallend schwächlich entwickelten. Auch bei Fichte und Kiefer liegen übereinstimmende Ergebnisse vor. So stellt LANGLET auf Grund der Versuche von SYLVÉN bei Fichte fest, daß die Inzuchtdepression, offenbar infolge der Veranlagung der Ursprungsbäume, sehr ungleich ausgeprägt ist (zitiert bei GUSTAFSSON [16]), und DENGLER (9) fand bei Kiefer, daß es von den schlechtesten Fällen geringer Wüchsigkeit und Mißformigkeit (Kriech- und Zwergwuchs) bis zu Typen, die nur ein leichtes Zurückbleiben gegenüber dem Normalen aufweisen, alle Übergänge gibt. Die von SCAMONI (53) durchgeführte Neuaufnahme der DENGLERSchen Versuche dagegen ergab lediglich ganz allgemein eine geringere Vitalität, schlechte Stammformen und Krüppelwuchs bei den Nachkommen aus Selbstung. Von einigermaßen normalen Typen spricht SCAMONI nicht mehr.

3. Die Beziehungen zwischen Eltern und Nachkommen

Bei der Behandlung der sortenweisen Unterschiede der Wuchskraft wurde festgestellt, daß sich die Nachkommenschaft 4 × 7, eine Kreuzung zwischen leptolepis B 4 und europaea B 7, grundsätzlich von den übrigen Bastarden durch ihr Zurückbleiben in der mittleren Höhenwuchsleistung unterscheidet. Da es sich bei Baum 7 um einen außerordentlich unwüchsigen Typ handelt und da auch Baum 4 nur eine mittlere Wüchsigkeit aufwies, lag die Vermutung nahe, daß die verhältnismäßig geringe Wüchsigkeit der Sorte 4 × 7 eine Folge der Veranlagung der Eltern sei. Zieht man weiter in Betracht, daß diese Sorte gegenüber den anderen Sorten von einer geradezu vorbildlichen, die normale europaea mindestens erreichenden Schlankheit der Krone und Feinheit der Bestattung ist (Abb. 16) und in dieser Hinsicht fast völlig dem Vaterbaum 7 sowie dessen Nachkommen ähnelt, während andere Bastarde in ihrem Gesamthabitus mehr oder weniger deutlich zwischen europaea und leptolepis



Abb. 22. Nachkommen der Selbstung 5 × 5 (rechts) im Vergleich zu Nachkommen von 4 × 5 (links), geringe Inzuchterscheinungen. Phot. LANGNER.

stehen (Abb. 14), so wird diese Vermutung geradezu zur Gewißheit. Es lag deshalb nahe, ganz allgemein zu untersuchen, ob und welchen Einfluß die Veranlagung der Eltern auf die Ausprägung der Nachkommen nimmt. Diese Untersuchungen wurden zunächst hinsichtlich der Wüchsigkeit durchgeführt. Setzt man nämlich voraus, daß die phänotypisch gefundene Wüchsigkeit der Eltern auf innerer Veranlagung beruhe, was ja auch die Grundvoraussetzung zu diesen Versuchen ist, so könnte man als Maßstab für die zu erwartende Leistung der Nachkommen das arithmetische Mittel zwischen den Höhen der Eltern wählen. Es wurden deshalb für leptolepis und lepteuropaea diese „Erwartungswerte“ (EW) berechnet und in zwei Gruppen zusammengefaßt, deren eine größer und deren andere kleiner als 5 ist. Eurolepis und europaea konnten nicht mit berücksichtigt werden, weil bei diesen Sorten die Werte für EW < 5 fehlen. Vergleicht man dann die mittleren Höhen und Durchmesser im 11. und 13. Jahre innerhalb jeder der ausgeschiedenen Sorten (leptolepis und lepteuropaea), so ergibt sich ganz eindeutig, daß die Nachkommen um so wüchsiger sind je größer EW ist (Abb. 23). Diese Unterschiede sind in einer

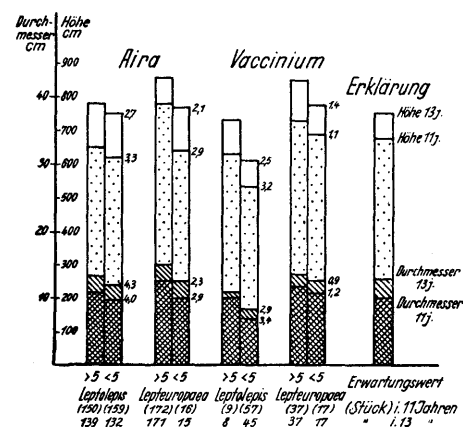


Abb. 23. Höhen und Durchmesser bei verschiedenen Erwartungswerten der Kreuzungseltern. Zahlen rechts der Säulenabschnitte: D/mD.

Tabelle 8
Höhen- und Durchmesserwerte bei Nachkommen reziproker Kreuzungen
(im 11. und 13. Jahre auf Airstandort)

Sorte	1j.	2j.	Stück	4j.	5j.	Stück	11jährig					13jährig				
	h mm	h mm		h cm	h cm		h m	D/mD	dm mm	D/mD	Stück	h m	D/mD	dm mm	D/mD	Stück
1×3	109	393	187	109	160	184	6,5	3,2	105	3,1	72	7,7	2,6	127	3,4	71
3×1	86	216	96	50	138	87	6,1		94		61	7,3		114		56
1×2	142	484	112	106	163	104	6,4	0,9	109	0,7	53	7,7	0,5	135	0,7	47
2×1	124	443	129	98	143	106	6,3		106		61	7,6		131		57
2×3	130	427	108	83	128	53	5,5	7,0	85	3,7	16	6,8	5,7	128	3,9	15
3×2	127	372	30	116	174	31	7,4		113		10	8,5		139		10
6×5	174	531	54	114	182	45	7,4	0,8	129	1,7	34	8,6	1,7	151	0,8	34
5×6	185	539	179	115	184	161	7,3		123		134	8,4		145		133

ganzen Anzahl von Fällen rechnerisch gesichert ($D/mD > 3$, siehe hierzu die der Abbildung beige-schriebenen Zahlen), aber auch, wo sie es nicht sind, kann man aus der Regelmäßigkeit des Verhaltens der untersuchten Gruppen zueinander auf ihre genetische Bedingtheit schließen. Damit ist zugleich der Beweis erbracht, daß die Höhenentwicklung der Eltern im Jahre 1941 durchschnittlich ihrer Veranlagung für die Wüchsigkeit entsprach. Die damalige Auslese war also weitgehend eine genotypische. Die bereits auf Grund der Beurteilung der Bastardsorte 4×7 und verschiedener anderer Bastardsorten getroffene Feststellung, daß es für die Bastarde ebenso wenig wie für die reinen Arten gleichgültig ist, welche ihre Eltern waren, erhält durch den hier geführten Vergleich eine weitere Stütze: Wüchsiger Eltern ergeben zweifellos auch wüchsiger Bastarde. Der erwähnte Fall der Bastardsorte 4×7 zeigt besonders eindringlich, wie bedeutungsvoll diese genetische Verknüpfung mit den Eltern sein kann. Durch Wahl der für die Wuchskraft offensichtlich sehr ungünstigen Eltern 4 und 7 wurde ein Bastard gebildet, der im Mittelwert der Höhe verschiedenen Kreuzungen innerhalb der reinen leptolepis und den Nachkommen der frei abgeblühten leptolepis deutlich unterlegen ist.

Nachdem sowohl aus dem Verhalten der Individualkreuzungen innerhalb der reinen Arten als auch der verschiedenen reinen Arten miteinander hervorgeht, daß eine sehr große Wahrscheinlichkeit dafür besteht, daß die Wüchsigkeit der ausgewählten Mutterbäume einen Schluß auf den Genotyp zuläßt, waren auch gewisse Rückschlüsse aus dem Verhalten der Nachkommen der frei abgeblühten Bäume zu erwarten. Die Nachkommen wüchsiger Mütter müßten im Durchschnitt größer sein, als die Nachkommen der weniger wüchsigen, vorausgesetzt, daß das befruchtende Pollengemisch weitgehend einheitlich ist, eine Voraussetzung, die verschiedentlich für gegeben (z. B. v. LOCHOW [32], KAMLAH [19]) angenommen, verschiedentlich aber auch schon in Zweifel gezogen wurde (BEHRNDT [4]). Eine Durchsicht des vorliegenden Materials ergibt aber, daß ein solcher Zusammenhang zwischen den frei abgeblühten Eltern und ihren Nachkommen nicht besteht. Dieses Fehlen eines Zusammenhanges läßt zwar wegen der verhältnismäßig schmalen Untersuchungsbasis keine sicheren Schlüsse weder nach der einen noch nach der anderen Seite zu, zusammen mit dem Befund bei den Kreuzungen, bei denen der Zusammenhang zwischen Eltern und Nachkommen im großen Durchschnitt besteht, deutet dieses Ergebnis jedoch darauf hin, daß das befruchtende Pollengemisch in Wirklichkeit keineswegs eine gleichmäßige Zusammensetzung

besitzt. Es hat vielmehr eher den Anschein, und das ist auch aus anderen in der Diskussion noch zu behandelnden Gründen das Wahrscheinlichere, als stellten die Nachkommen der frei abgeblühten Bäume in Wirklichkeit Pflanzen dar, die aus Kreuzungen ihrer Mütter mit nur einem Vater oder einigen wenigen in der Nähe stehenden Bäumen hervorgegangen sind.

Eine weitere Frage ist die, ob die Nachkommen zweier miteinander gekreuzter Individuen Verschiedenheiten aufweisen, je nachdem, ob der eine oder der andere Partner als Mutter oder als Vater verwendet wurde, ob also reziproke Unterschiede bestehen. Ohne auf die Problematik der Plasmavererbung (MICHAELIS [34]) eingehen zu wollen, deren Nachweis durch die Feststellung solcher reziproken Unterschiede im allgemeinen als erbracht gilt, soll im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden, ob solche reziproken Unterschiede bestehen, weil sie für den Weg der praktischen Züchtung u. U. von Bedeutung sein können. Die Tabelle 8 gibt eine Zusammenstellung der Höhen- und Durchmesserwerte jener reziproken Kreuzungen, deren vorhandene Individuenzahl eine Beurteilung dieser Frage zuläßt. Das Kreuzungspaar 6×5 und 5×6 zeigt nur geringfügige, soweit nachprüfbar (im 11. und 13. Jahr) statistisch nicht gesicherte Unterschiede ($D/mD < 3$). Ebenso sind die Unterschiede bei 1×2 und 2×1 nicht gesichert. Das Kreuzungspaar 2×3 und 3×2 zeigt dagegen sehr große, statistisch gut gesicherte Unterschiede. Da aber in den ersten beiden Jahren 3×2 die niedrigeren Werte aufweist, während sich auf der Freifläche die Verhältnisse umkehren, ist auch dieser Fall mit einer erheblichen Unsicherheit belastet. Es hat fast den Anschein, als wären die Bodenverhältnisse bei den beiden Sorten nicht ganz gleich (2×3 stockt im obersten, 3×2 im untersten Teil der Versuchsfläche). Selbst wenn man annehmen wollte, daß die Umkehrung in der Wüchsigkeit in den ersten beiden Jahren die Folge von Größenunterschieden zwischen den Samen der Bäume 2 und 3 wäre und die Bodenunterschiede nicht bestünden, so läßt schon die geringe Individuenzahl dieser beiden Nachkommenschaften im 11. und 13. Jahre keinen endgültigen Schluß zu. Einzig bei 1×3 und 3×1 dürfte genügende Sicherheit für das Vorhandensein reziproker Unterschiede bestehen. Hier sind die Unterschiede in den verschiedenen Jahren verhältnismäßig groß und außerordentlich gleichmäßig, und auch die Bodenverhältnisse sind offensichtlich äußerst übereinstimmend, so daß man trotz etwas knapper Fehlersicherung von $D/mD = 3,2$ und $3,1$ im 11. Jahre und $2,6$ und $3,4$ im 13. Jahre auf reziproke Unterschiede schließen könnte.

III. Bastardvorkommen in der Praxis

Wie bereits in der Einleitung dargestellt, ist die im Jahre 1900 im Park von Dunkeld in Schottland entstandene *Larix eurolepis* HENRY der erste in der Literatur bekanntgewordene natürliche Bastard zwischen der japanischen Lärche als Mutter und der europäischen Lärche als Vater (*Larix lepteuropaea* nach DENGLER [10]). Sie wurde in den folgenden Jahren in Schottland in größerem Umfang (SYRACH LARSEN [63] spricht bereits 1926 von etwa 40 ha) forstmäßig angebaut. Reziproke Kreuzungen wurden als einjährige Pflanzen erst im Jahre 1925 im Frijzenborger Forst in Dänemark entdeckt (OSTENFELD und SYRACH LARSEN [42]). SYRACH LARSEN (65) berichtet ferner über eine Gruppe von 113 Pflanzen im Botanischen Garten in Kopenhagen, die im Jahre 1926 aus Samen der japanischen Mutterlärchen in Dunkeld hervorgegangen und die zum Teil Bastarde sind. Er schließt das aus der helleren Färbung der Rinde der einjährigen Triebe. 1936 wurde die erste Läuterung durchgeführt, und es ergab sich, daß das Verhältnis der hellen Typen zu den roten bei den entnommenen Bäumchen 1:1, bei den verbliebenen 3:1 war. Die hellrindigen Typen waren außerdem besser geformt als die roten. SYRACH LARSEN stellt dann noch Überlegungen dahin an, ob nicht vielleicht zwei verschiedene Typen der japanischen Lärche vorliegen, etwa eine hellere Tieflandsform und eine rotgefärbte Hochlandssorte, bemerkt aber, daß in Dänemark die japanische Lärche doch immer rötlich gefärbt ist und sich jedenfalls scharf von den geschilderten helleren Typen unterscheidet. An einem anderen Fall beobachtet SYRACH LARSEN (65), daß die rottrindigen Nachkommen von vier japanischen Lärchen, die möglicherweise von europäischen Lärchen befruchtet worden waren, früher Nadelvergilbung zeigten, als die hellrindigen Formen der Nachkommen der vier japanischen Lärchen. Die europäischen Lärchen sind nach SYRACH LARSEN zu der Zeit der völligen Nadelvergilbung der japanischen im Gesamteindruck ebenfalls noch durchweg grün. Er sieht in dem Verhalten der hellen (Bastard-)Typen gegenüber den Japanern ein Mittel zur besseren Unterscheidung in der Praxis.

Weitere Nachrichten über das Vorkommen von Bastardformen in der Praxis liegen, soweit bekannt, in der Literatur nicht vor. In Anbetracht der festgestellten leichten Kreuzbarkeit der beiden Lärchenarten und in Anbetracht der Tatsache, daß in den letzten Jahrzehnten häufig neben der europäischen Lärche auch die japanische Art angebaut wurde, wären solche Vorkommen aber zu erwarten, und es liegt die Vermutung nahe, daß sie lediglich unbeachtet geblieben oder falsch gedeutet worden sind. Letzteres dürfte für die von LAING (24) beschriebene schottische Lärche zutreffen, bei der viele Formen mit bräunlicher und rötlicher Rindenfarbe vorkommen. Es liegt die Vermutung nahe, daß es sich bei dieser Lärche in Wirklichkeit um Bastarde oder Bastardnachkommen handelt, zumal die Möglichkeit einer Bastardierung bei den Lärchenarten in Schottland mindestens seit 1885 besteht. Da bereits 1861 (OSTENFELD und SYRACH LARSEN [42]) in einer Baumschule bei London aus Samen japanischer Lärchen Pflanzen angezogen worden waren, und da die europäische Lärche schon seit etwa 1730 (OSTENFELD und SYRACH LARSEN) in Schottland heimisch war, könnten kurz nach 1861 nach Dunkeld gekommene japanische Lärchen schon lange vor 1885 Bastardsamen gebildet haben. Aus Dunkeld gelieferte schot-

tische Lärchen könnten also etwa vom Jahre 1870 ab schon einen Anteil von Bastardsamen enthalten haben.

Die Vermutung, daß Bastarde bereits viel häufiger vorkommen, als bekannt ist, fand für den Verfasser durch die Auffindung zahlreicher durch Vergleich mit den Bastarden der Versuchsfläche als zweifelsfrei erkannter Bastardformen in verschiedenen Waldungen eine Stütze. Besonders kennzeichnend war dabei die fast immer vorhandene Vorwüchsigkeit vor gleich alten reinen Arten. Erwähnt seien an dieser Stelle nur Vorkommen von *lepteuropaea* und *eurolepis* im Gutswald Ostdorsel und im Forstamt Flensburg, sowie ein Vorkommen von *eurolepis* im Forstamt Harsefeld (Abb. 24). In

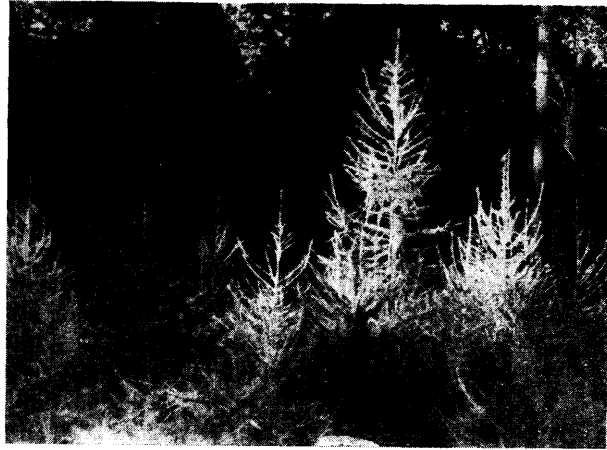


Abb. 24. Natürlich entstandener vorwüchsiger Bastard inmitten gleichalter japanischer und europäischer Lärchenanflüge (Forstamt Harsefeld). Phot. LANGNER.

allen diesen Fällen konnte die Möglichkeit einer Befruchtung der in Frage kommenden Mutterbäume durch die andere Art nachgewiesen werden. Ganz allgemein läßt sich besonders in Niedersachsen und Schleswig-Holstein feststellen, daß sowohl unter den europäischen, als auch besonders unter den mit der japanischen Art begründeten Beständen ein geringerer oder größerer Anteil von Typen vorkommen, die weder mit Sicherheit als europäische noch als japanische Lärchen angesprochen werden können. Für sie trifft die oben wiedergegebene Beschreibung SYRACH LARSENS (65) zu. Sie sind auch zumeist deutlich wüchsiger als die phänotypisch einwandfreien reinen Arten. Die bisherigen Beobachtungen lassen jedenfalls mit größter Wahrscheinlichkeit vermuten, daß bereits heute der Anteil zufällig entstandener Bastarde in unseren Wäldern besonders unter den japanischen Lärchenbeständen außerordentlich hoch ist. Das wäre auch durchaus verständlich, weil gerade das Gebiet, in dem die Hauptmasse aller japanischen Lärchenzapfen seit mindestens zwei Jahrzehnten gewonnen wurde, nämlich das Gebiet der ehemaligen schleswig-holsteinischen Provinzialforsten, in großem Umfang europäische und japanische Lärchen in Mischung enthält oder wenigstens enthielt. Bei der außerordentlichen Kreuzungsbereitschaft der beiden reinen Arten wäre es geradezu verwunderlich, wenn keine Bastarde gebildet würden. Tatsächlich hat auch die Praxis der Forstbaumschulen ergeben, daß häufig in Beeten der einen oder der anderen Lärchenart meist vorwüchsige Typen auftreten, die sich deutlich von den reinen Arten unterscheiden. Die verschiedentlich vorgenommene Untersuchung solcher abweichenden Formen ergab zumeist eine so große Ähnlichkeit mit den künst-

lich hergestellten Bastarden, daß kaum ein Zweifel an ihrer Bastardnatur bestehen dürfte. Eine Konzentrierung dieses verhältnismäßig geringen Prozentsatzes abnormer Typen in den einzelnen Saatbeeten tritt naturgemäß beim Verschulen ein, weil der wegen seiner geringen Größe nicht verwendete Teil im allgemeinen aus reinen Arten besteht. Auch wird beim Verschulen oft so vorgegangen, daß die großen Pflanzen zum Verschulen aus den Saatbeeten gezogen werden, wodurch wegen der größeren Wüchsigkeit der Bastarde eine Auslese auf diese erreicht wird.

IV. Diskussion

A. Fragen und Folgerungen wissenschaftlicher Art

1. Die Anlage langfristiger züchterischer Versuchsflächen

Schon bei der Anlage vergleichender Herkunftsversuche (MÜNCH [39]) ergab sich, daß es außerordentlich schwierig ist, Flächen mit völlig einheitlichen Bodenverhältnissen zu finden. Doch war es bei diesen Versuchen in der Regel möglich, durch Wahl einer nicht zu kleinen Flächengröße der einzelnen Parzellen, durch mehrfache Wiederholungen und durch Zwischenschaltung eines Vergleichsstandortes (Standardgitterverfahren) brauchbare Werte zu errechnen. Alle diese Verfahren erfordern aber verhältnismäßig hohe Pflanzenzahlen der Probesorten, um diese auf so großen Flächen anbauen zu können, daß auch noch im höheren Alter, möglichst noch zur Zeit des Abtriebes, genügend viele Stämme vorhanden sind. So große Individuenzahlen stehen jedoch bei züchterischen Versuchen meist nicht zur Verfügung. Bei einer Anzahl unserer Sorten waren ebenfalls die vorhandenen Pflanzenzahlen zu klein, und außerdem ergab sich, daß Bodenverschiedenheiten auf der Fläche dazu zwangen, eine Anzahl von Pflanzen bei der Auswertung unberücksichtigt zu lassen. Wenn auch durch die weite Pflanzung im Abstand 5×5 m das Pflanzmaterial weitgehend gestreckt worden ist und somit auch mit verhältnismäßig wenigen Pflanzen große Flächen bestockt worden waren, so mußten doch immerhin etwa 25% der vorhandenen Pflanzen bei der Beurteilung ausscheiden. Sie waren nicht den Aira- und Vacciniumflächen, die jede für sich durch Anbau von Vergleichssorten als einheitlich befunden waren (s. S. 6), zuzurechnen oder mußten wegen starker Beschädigungen fortfallen. Diese Tatsachen und Erfahrungen zwingen zu der Überlegung, ob es nicht doch eine Möglichkeit gibt, züchterische Versuchsflächen in Zukunft so anzulegen, daß auch für Sorten mit kleinen Pflanzenzahlen eine Aussicht auf Ausschaltung von Bodenunterschieden besteht. Eine solche Möglichkeit schwebte bereits vor, als die zwischengepflanzten Fichten mitgemessen wurden. Dabei stellte sich jedoch heraus, daß durch Bezug der Lärchenwerte auf die Fichtenwerte jeder Parzelle nicht der gewünschte Erfolg erreicht werden konnte, weil offenbar die Fichten nicht in völlig gleicher Weise wie die Lärchen auf Standortänderungen reagierten. Eine solche Möglichkeit würde aber zweifellos bestehen, wenn statt Fichte eine Standardsorte der gleichen Holzart, in unserem Falle der Lärche, zwischengepflanzt worden wäre, ein Verfahren, das besonders für Kiefer RIGHTER (46) vorschlägt. Das äußere Bild einer solchen Versuchsfläche würde dann sein, daß inmitten eines Lärchengrundbestandes von gleichmäßiger Herkunft in einem weiten Verband die Zuchtsorten ein-

gesprengt wären. Um die Zuchtsorten in ihrer vollen Individuenzahl bis zum Abtriebsalter verfolgen und mit dem Standard vergleichen zu können, wäre eine Einsprengung in einem Verband zu wählen, der verbürgt, daß beim Abtrieb etwa die Hälfte der anstehenden Stämme der Zuchtsorte angehört. Da mit einem natürlichen Abgang gerechnet werden muß, dürfte es angebracht erscheinen, etwa soviel Pflanzen der Zuchtsorte zu verwenden, wie der Abtriebsbestand insgesamt bei normalem Schluß Stämme besitzt. Durch entsprechende Eingriffe bei den Läuterungen und Durchforstungen wird es dann zu erreichen sein, daß der Erntebestand, gleichmäßig gemischt, Zucht- und Standardsorten enthält. Bei der Bestandsentwicklung ist allerdings anzustreben, den einzelnen Pflanzen einen solchen Standraum zu bieten, daß sie von den Nachbarpflanzen nicht in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Ein gegenseitiges Unterdrücken im Wege einer normalen Bestandsausscheidung könnte sonst bewirken, daß gute Zuchtsorten mit vielleicht anfangs geringerer Wüchsigkeit von den benachbarten Standardsorten überwachsen würden, ohne überhaupt Gelegenheit bekommen zu haben, ihre günstigen Eigenschaften zu entfalten. Ein lockerer Bestandschluß, besonders in den Jugendjahren, dürfte eine gewisse Gewähr dafür bieten, daß sämtliche Bestandsglieder sich ihrer Eigenart entsprechend entwickeln. Sobald größere Mengen einer Zuchtsorte vorhanden und die Versuchsflächen sehr ausgeglichen sind, ist selbstverständlich das Standardgitterverfahren vorzuziehen, bei dem eine normale forstliche Behandlung von der Bestandsgründung bis zum Abtrieb durchzuführen wäre.

Eine andere Frage ist die, ob veranlagungsmäßig vorhandene Sortenunterschiede deutlicher beim Anbau auf geringerem oder auf besserem Boden zu erkennen sind. Diese Frage war bereits einmal Gegenstand einer Auseinandersetzung zwischen OLBERG (41) und LANGNER (27, 28), ohne daß damals eine sichere Entscheidung nach der einen oder nach der anderen Seite erzielt werden konnte. Die vorliegenden Ergebnisse lassen vermuten, daß die Reaktion bei den einzelnen Eigenschaften in dieser Hinsicht ganz verschieden ist und daß auch die verschiedenen Sorten in den gleichen Eigenschaften sich voneinander abweichend verhalten können. So zeigt sich, daß die Unterschiede im Höhen- und Durchmesserwachstum zwischen den reinen Arten und Bastarden auf Vacciniumstandort größer sind als auf Airastandort und daß die Abstände zwischen den reinen Arten und den Bastarden vom 11. zum 13. Jahre auf Vacciniumstandort noch etwas zunehmen, während auf Airastandort diese Tendenz nur noch sehr abgeschwächt vorhanden ist (s. S. 8/9). Ebenso besitzen die einzelnen Sorten in der Regel auf Vacciniumstandort eine größere Streuung (ausgedrückt durch den Variationskoeffizienten V) als auf Airastandort (Tab. 9), was auf eine ausgesprochenere Ausscheidung der verschiedenen veranlagten Typen beim Anbau auf dem geringeren Standort schließen läßt. Die eine Ausnahme (4×7) deutet auch die gegenseitige Möglichkeit an, kann aber nicht als beweiskräftig angesehen werden, weil die vorhandenen Individuenzahlen zu niedrig sind. Sie gewinnt aber an Wahrscheinlichkeit, weil sich, wie wir sahen (s. S. 11) bei Zusammenfassung der einzelnen Nachkommenschaften zu den großen Gruppen der reinen Arten und Bastarde ergibt, daß diese Gruppen auf Standortverschiedenheiten mehr oder weniger stark reagieren, auffällig kräftig leptolepis, sehr viel schwächer

Tabelle 9

Die Variationskoeffizienten der Höhe und des Durchmessers im 11. Jahre

Sorte	Variationskoeffizienten			
	der Höhe auf		des Durchmessers auf	
	Aira	Vaccinium	Aira	Vaccinium
B 1	16,3	22,7	25,1	37,3
1 × 3 (1)	12,2	17,9	22,1	26,3
2 × 3	12,5	14,6	24,3	25,4
B 6 (1)	13,5	20,4	23,7	31,0
B 6 (2)	10,5	14,2	18,0	17,9
4 × 7	33,4	26,1	43,9	31,0
5 × 6 (1)	7,5	8,5	14,8	14,3
2 × 6	7,4	16,5	13,1	30,5
6 × 5	7,7	12,2	13,3	21,6

europaea und eurolepis und am schwächsten lepturopaea. Dazu ergab die Untersuchung der Stammform, daß Unterschiede auf den verschiedenen Standorten nicht feststellbar sind.

2. Die Art der genetischen Bedingtheit der Wuchskraft

a) Die reinen Arten

Daß die Wuchskraft bei den reinen Arten anlagemäßig bedingt ist, ergeben unsere Versuche einwandfrei. Die einzelnen Nachkommenschaften unterscheiden sich auf gleichem Standort außerordentlich voneinander, und diese Unterschiede sind in einer großen Zahl von Fällen rechnerisch gesichert. Insbesondere die Abhängigkeit des Höhen- und Durchmesserwachstums von der Wüchsigkeit der Eltern kann als schlüssiger Beweis für Veranlagung hinsichtlich Wuchskraft angesehen werden. Schwieriger ist die Frage zu klären, welcher Art diese genetische Beeinflussung ist. Wie in der Einleitung erwähnt, hat bereits BEHRNDT (4) für das Höhenwachstum der Kiefer vermutet, daß mehrere gleichsinnig wirkende Faktoren im Spiele sind (Polygenie bzw. Polymerie). Seine Vorstellung basiert offenbar auf dem von NILSSON-EHLE erörterten Fall der Vererbung der Kornfarbe beim Bordeauxweizen, der als durch sich in der Wirkung steigende Farbfaktoren R_1 , R_2 und R_3 erklärt werden kann (KAPPERT [20]). BEHRNDT geht davon aus, daß sich bei Annahme von drei gleichsinnig wirkenden Faktoren, deren jeder eine bestimmte Wüchsigkeit bedingt und die sich in ihrer Wirkung addieren, ganz bestimmte Häufigkeitspolygone für die Höhenwerte ergeben müssen, und fand, daß diese theoretisch zu erwartenden Kurven den tatsächlichen Polygonen von Einzelstammnachschaften (d. s. Nachkommen frei abgeblühter Einzelstämme) sehr ähnlich sahen. Ebenso entsprach die Lage der tatsächlich gefundenen Kurven etwa der Lage der konstruierten zueinander. Daraus schloß BEHRNDT auf polygenen Erbgang für den Höhenwuchs bei Kiefer.

Im folgenden ist dieser Befund an Hand des vorliegenden Materials einer Nachprüfung unterzogen worden. Dabei wurde die Berechnung der theoretisch zu erwartenden Verteilungskurven der verschiedenen Wüchsigkeitstypen nicht nur beispielsweise, sondern insgesamt durchgeführt, wodurch eine Vergleichsmöglichkeit der konstruierten Kurven mit sämtlichen sich aus den durchgeführten Kreuzungen ergebenden Häufigkeitspolygenen

geschaffen wurde. Das bedeutete die Ermittlung der zu erwartenden Häufigkeitspolygone für die folgenden Fälle:

1. Befruchtung sämtlicher Wüchsigkeitsstufen durch das Pollengemisch einer Population, die aus zufallsmäßiger Bestäubung sämtlicher bei Annahme der drei Wüchsigkeitsfaktoren möglichen Genotypen hervorgegangen ist. Dabei wurde zur Annahme gemacht, daß die Verteilung der diploiden Genotypen (Diplonten) einer solchen Population sich verhält wie 1 (kein Wüchsigkeitsfaktor) : 6 (1 Wüchsigkeitsfaktor) : 15 (2 Wüchsigkeitsfaktoren) : 20 (3 Wüchsigkeitsfaktoren) : 15 (4 Wüchsigkeitsfaktoren) : 6 (5 Wüchsigkeitsfaktoren) : 1 (6 Wüchsigkeitsfaktoren). Diese Verteilung ergibt sich dann, wenn die beiden Genotypen $W_1W_1W_2W_2W_3W_3$ und $w_1w_1w_2w_2w_3w_3$ miteinander gekreuzt werden und die Bastarde dieser beiden Typen in den folgenden Generationen sich selbst überlassen bleiben (KAPPERT [20]). Die Verteilung der männlichen haploiden Geschlechtszellen (Pollen) in einem solchen Bestand wäre dann: 1 (kein Wüchsigkeitsfaktor) : 3 (1 Wüchsigkeitsfaktor) : 3 (2 Wüchsigkeitsfaktoren) : 1 (3 Wüchsigkeitsfaktoren). Diese Art der Befruchtung jeder Wüchsigkeitsstufe durch ein solches Pollengemisch entspricht einer idealen Panmixie (Abb. 25).

2. Kreuzungen aller Wüchsigkeitsstufen miteinander (Individualkreuzungen einschließlich der Selbstungen).

Die sich danach insgesamt für Panmixie und Individualkreuzungen ergebenden prozentischen Verteilungen der verschiedenen Wüchsigkeitsstufen sind aus der Abbildung 26 abzulesen. Dabei sind die bei Selbstung sich ergebenden Inzuchterscheinungen außer Betracht gelassen. Vergleicht man mit diesen konstruierten Kurven die tatsächlichen Höhenfrequenzkurven (Abb. 27), so zeigt sich, daß insofern Ähnlichkeit besteht, als es auch bei den der Wirklichkeit entnommenen Kurven steile und flache gibt und daß sie in ganz verschiedenen Höhenbereichen (Wüchsigkeitsstufen) liegen. Es spricht tatsächlich alles dafür, daß die BEHRNDTSche Vermutung, die Höhenwüchsigkeit basiere auf mehreren gleichsinnig wirkenden Faktoren, richtig ist, und die nicht wiedergegebenen Kurvenbilder für das Stärkenwachstum lassen für diese das gleiche erwarten. Daß die in der Praxis gefundenen Kurven sehr viel breiter sind, als die konstruierten, ist nicht anders zu erwarten, weil Einflüsse des Standortes und der sonstigen Umgebung bei der Entwicklung der Pflanzen eine bedeutende Rolle spielen. So werden selbstver-

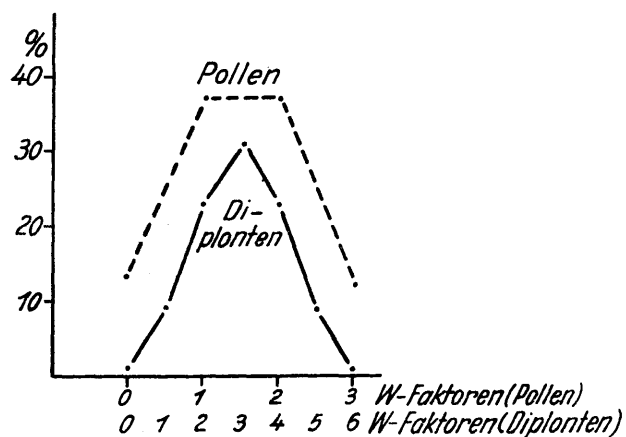


Abb. 25. Verteilung der Diplonten und der Pollen in einer aus Panmixie entstandenen Population (s. hierzu Text).

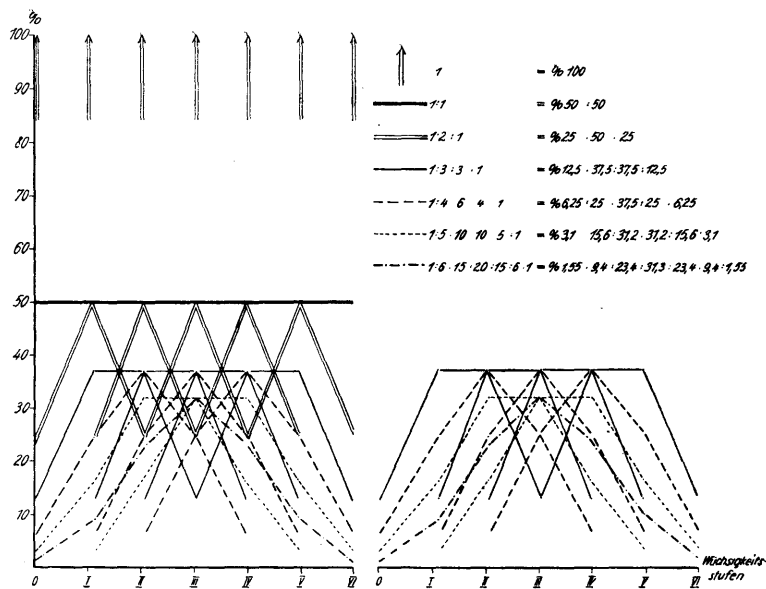


Abb. 26. Links: Möglichkeiten der Wüchsigkeitsverteilung bei Individualkreuzung, rechts: bei Panmixie.

ständig die aus der Kreuzung zwischen zwei Pflanzen von der Erbformel $W_1W_1W_2W_2W_3W_3$ entstehenden Nachkommen die nach ihrem Genotyp vorhandene höchste Wüchsigkeitsbefähigung keineswegs sämtlich zeigen, sondern es wird ebenfalls eine Streuung der Werte auftreten. Da diese Vergrößerung der Streuung aber in ähnlicher Weise auch die Nachkommen aus Kreuzungen betrifft, die schon an sich eine größere Streuung erwarten lassen, bleibt das typische Gesamtbild dennoch erhalten. Andererseits muß selbstverständlich angenommen werden, daß auch eine Reihe anderer Faktoren die Wüchsigkeit entscheidend beeinflusst. So werden z. B. auch die Anfälligkeit gegen Krankheiten aller Art und die Widerstandsfähigkeit gegen Dürre nicht ohne Auswirkung auf die Wuchskraft bleiben, wie das im Hinblick auf die Kiefernshütte BEHRNDT (4) nachweisen konnte.

Die Abbildung 26 der möglichen Wüchsigkeitsverteilungen zeigt aber noch ein besonderes Charakteristikum, auf das kurz eingegangen werden soll. Während nämlich die Individualkreuzungen flache und steile Häufigkeitspolygone ergeben, beschränken sich die Kurven bei der Panmixie auf den unteren Teil der Zeichnung. Diese Verhältnisse müßten sich in ähnlicher Weise auch beim Vergleich der Nachkommen aus Individualkreuzungen

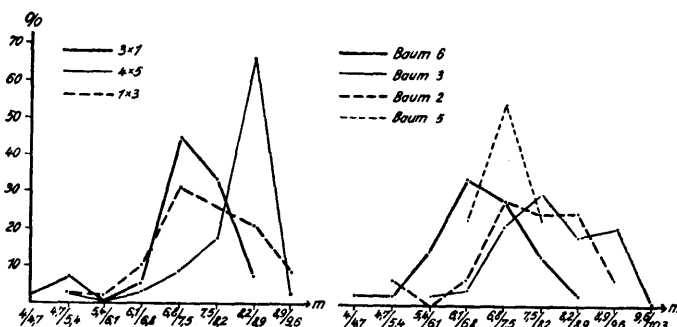


Abb. 27. Höhenfrequenzkurven. Links: Nachkommen von Individualkreuzungen, rechts: Nachkommen von frei abgeblühten Bäumen.

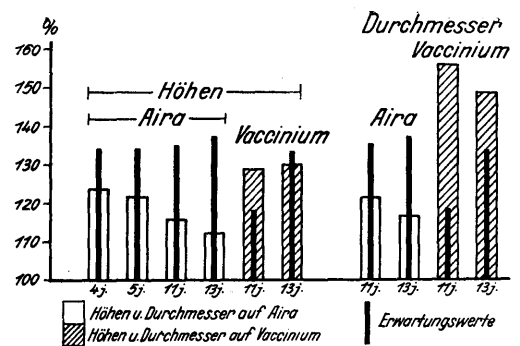


Abb. 28. Höhen-, Durchmesser- und Erwartungswerte der Bastarde in Prozenten der Werte von *Leptolepis*.

mit den Nachkommen der frei abgeblühten Bäume wiederfinden, vorausgesetzt, daß die frei abgeblühten Bäume wirklich von einem Pollengemisch ähnlicher Zusammensetzung befruchtet worden sind, wie das angenommen wurde. Tatsächlich ergibt sich aber, daß die Kurven der Nachkommen der Individualkreuzungen zwar sowohl steil, als auch flach

sind, daß aber die Nachkommen der frei abgeblühten Bäume keineswegs nur flache Kurven bilden (Abb. 27). Neben den erwarteten verhältnismäßig flachen (B 3 und B 2) und mittleren (B 6) Kurven findet sich unter ihnen eine der steilsten Kurven überhaupt (B 5). Wenn auch dieser Befund infolge zu geringer Individuenzahlen nicht als gesichert angesehen werden kann, so ermöglicht er doch gewisse Mutmaßungen über seine Ursachen. Einmal könnten Zweifel gegenüber der Annahme eines polygenen Erbganges der Wüchsigkeit aufkommen, zum anderen könnten diese Abweichungen als ein Hinweis darauf angesehen werden, daß das befruchtende Pollengemisch eine völlig andere Zusammensetzung gehabt hätte, als angenommen. Da im übrigen nichts gegen Polygenie hinsichtlich Wüchsigkeit spricht, dürfte am ehesten die zweite Vermutung zutreffen. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß der Pollen, der die frei abgeblühten Bäume befruchtete, nur von einigen wenigen Nachbarbäumen oder sogar nur von einem einzigen Nachbarbaum stammte. Ein irgendwie einheitliches Pollengemisch war überhaupt nicht zu erwarten, denn es blühten in dem Bestand, zu dem die ausgewählten Kreuzungspartner gehörten, nur einige wenige Stämme, von denen jene mit dem reichsten Blütenansatz als Kreuzungseltern ausgewählt wurden. Aber auch bei gleichmäßigem Blühen sämtlicher Glieder eines Bestandes scheint auf Grund von Beobachtungen und bereits laufenden Versuchen die Annahme berechtigt, daß eine Bestäubung durch ein gleichmäßiges Pollengemisch einen verhältnismäßig seltenen Ausnahmefall und nicht die Regel darstellt, wie das noch KAMLAH (19) annahm.

b) Die Bastarde

Da die Bastarde unseres Versuches je nach Wüchsigkeit der verwendeten Eltern mehr oder weniger wüchsig sind und sich auch die Häufigkeitspolygone der Bastarde in jeder Weise ähnlich verhalten, wie jene der reinen Arten, könnte man sich ihr Luxurieren als eine Folge des Zusammenkommens einer gegenüber den reinen Arten größeren Zahl von Wuchsfaktoren vorstellen. Es könnten die Eltern der Bastarde zufällig wüchsiger als die Eltern der reinen Arten gewesen sein. Tatsächlich

ergibt sich auch, daß die Erwartungswerte der Bastardeltern höher liegen als jene der reinen Arten, so z. B. im 11. Jahre: 6,6 gegenüber 4,9 auf Airastandort, 5,5 gegenüber 4,7 auf Vacciniumstandort. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß das gesteigerte Wachstum unserer Bastarde überhaupt nichts mit dem bisher bekanntgewordenen luxurierenden Wachstum über das Maß der Eltern hinaus zu tun hätte, sondern einzig und allein der höheren Wuchskraft der Bastardeltern zuzuschreiben sei. Die Richtigkeit dieses Schlusses gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß die Unterschiede zwischen den Erwartungswerten der Eltern der reinen Arten und der Bastarde verhältnismäßig größer sind als die beobachteten Wuchssteigerungen. In Abbildung 28 sind für das 4., 5., 11. und 13. Jahr die Höhen- und Durchmesserwerte der Bastarde prozentual zu den entsprechenden Werten von *leptolepis* dargestellt und jeweils mit den Erwartungswerten der Bastarde, ebenfalls umgerechnet auf *leptolepis* = 100, verglichen. Die entsprechenden Werte für das erste und zweite Jahr sind weggelassen, weil sich zeigte, daß die Höhen in diesem Alter noch keinen Rückschluß auf die innere Veranlagung der reinen Arten zulassen. Es ergibt sich auf Airastandort eine Steigerung der Erwartungswerte weit über den Rahmen der Steigerung des Höhen- und Durchmesserwachstums hinaus und damit durchaus die Erklärungsmöglichkeit des gesteigerten Wachstums der Bastarde mit der größeren Wüchsigkeit ihrer Eltern (die schmalen schwarzen Säulen überragen die breiten leeren). Andererseits spricht für eine Beteiligung noch anderer Faktoren als nur der Wüchsigkeit der Eltern bei der Bastardmehrleistung, daß auf Vacciniumstandort die Bastarde sehr viel mehr leisten als nach der Steigerung ihrer Erwartungswerte gegenüber den reinen Arten zu erwarten war (die schmalen schwarzen Säulen erreichen in drei Fällen nicht die Höhe der breiten schraffierten, in einem Falle überragt die schwarze Säule nur unwesentlich die breite). Zum mindesten könnte man auf eine Heterosis in der Anspruchslosigkeit schließen. Auch die Reihenfolge in der Wüchsigkeit bei den Bastardsorten in den ersten beiden Jahren, die, im Gegensatz zu den reinen Arten, bereits der späteren entspricht (Abb. 3 und S. 7), und das abweichende Verhalten in der Fruchtbarkeit deuten darauf hin, daß noch andere Gründe für die größere Wüchsigkeit der Bastarde vorhanden sein müssen. Eine endgültige Entscheidung nach der einen oder nach der anderen Seite ist auf Grund des verhältnismäßig kleinen Untersuchungsmaterials und der ungenauen Kenntnis der genetischen Konstitution der Kreuzungspartner nicht möglich. Da jedoch bereits eine große Anzahl von Fällen luxurierenden Wachstums bei Bastarden bekanntgeworden ist, und es nicht recht vorstellbar wäre, daß in allen diesen Fällen für die Bastarde immer die größeren Eltern Verwendung gefunden hätten, geht man wohl nicht fehl in der Vermutung, daß bei den vorliegenden Kreuzungen in dieser Richtung der Zufall im Spiele gewesen ist. Bei vorsichtiger Abwägung aller Faktoren läßt sich vermuten, daß das Bastardwachstum wohl von der Wüchsigkeit der Eltern abhängig ist, daß aber offensichtlich auch noch andere Gründe vorliegen müssen.

Nach solchen Gründen für das Zustandekommen des sogenannten Heterosiseffektes (KAPPERT [20], KUCKUCK [23]) wurde in verschiedener Richtung gesucht. Es gibt eine Anzahl voneinander mehr oder weniger abweichenden

Theorien, die ihren Ausgangspunkt davon nehmen, daß reine Linien, miteinander gekreuzt, Nachkommen mit einem über das Maß ihrer Eltern hinausgehenden Wachstum besitzen, das jedoch in den folgenden Generationen wieder nachläßt. Da das vorliegende Ausgangsmaterial keine reinen Linien darstellt, sondern sicherlich aus verhältnismäßig komplizierten Heterozygoten zusammengesetzt ist, ermöglicht es keine Entscheidung über die Richtigkeit dieser Theorien. Man könnte aber immerhin annehmen, daß, abgesehen von den bei der Besprechung der Wüchsigkeit der reinen Arten angenommenen gleichsinnig wirkenden Wuchsgenen (im engeren Sinne), die Kreuzungseltern der Bastarde außerdem noch in einer Anzahl von für das Wachstum entscheidenden, jeweils artgebundenen Faktoren reinerbig sind. Es wäre vorstellbar, daß jede der beiden Arten durch die jahrtausendelange Inzucht innerhalb der Artgenossen in vielen, das Wachstum indirekt beeinflussenden Faktoren (z. B. Widerstandskraft gegen Dürre oder Krankheiten aller Art) homozygot geworden sind und daß die unter so verschiedenen Klimaten und Standortverhältnissen entstandenen Arten *Larix leptolepis* und *europaea* für ganz verschiedene, auf das Wachstum Einfluß nehmende dominante Leistungsgene homozygot wären. So könnten bei *leptolepis* alle jene Faktoren kumuliert sein, die bei warmfeuchter Witterung rasches Wachstum bewirken und alle jene fehlen, die auch bei niedrigerer Luftfeuchtigkeit und mehr kontinentalem Klima Wüchsigkeit hervorbringen, während bei *europaea* das Umgekehrte der Fall wäre. Das Zustandekommen eines Luxurierens könnte man sich dann etwa so vorstellen, daß durch Kreuzung zweier solcher verschiedener Sorten ein Bastard entsteht, der sämtliche dieser Leistungsgene der beiden Arten heterozygot in sich vereinigt. Nimmt man dann nach der Hypothese von JONES (KUCKUCK [23]) an, daß diese Leistungsgene im heterozygoten Zustand die gleiche Leistung bewirken können wie im homozygoten, so wäre damit das gesteigerte Wachstum der Bastarde durchaus verständlich. Zur näheren Erläuterung sei folgender Fall konstruiert:

Die Erbformel von *Larix leptolepis* heiße LL_{ee} , wobei L die Summe aller dominanten Leistungsgene der *leptolepis* sei, e aber die Summe aller rezessiven Allele zu den dominanten Leistungsgenen der *Larix europaea*. Demgegenüber besitze *Larix europaea* die Formel $llEE$, wobei l die Summe aller rezessiven Allele zu den dominanten Leistungsgenen der *leptolepis*, E die Summe aller dominanten Leistungsgene der *europaea* darstelle. Sowohl *europaea*, als auch *leptolepis* besäßen also eine dominante Leistungsgruppe in homozygotem Zustand, ihre Leistung würde daher mit 1 zu bewerten sein. Kreuzt man diese beiden Sorten miteinander, so ergibt sich ein Bastard mit der Erbformel $LlEe$, der zwei Gruppen von Leistungsgenen, allerdings jeweils in heterozygotem Zustand, besitzen würde. Es träte also eine Leistungssteigerung des Bastardes gegenüber den reinen Arten um 100% ein. Da der in unserem Beispiel angenommene hohe Grad von Homozygotie der dominanten Leistungsgene jeder Sorte aber nur in außerordentlich seltenen Fällen realisiert sein wird, muß natürlich auch der Heterosiseffekt in der Regel sehr viel geringer sein.

3. Die Beständigkeit der höheren Bastardleistungen

Das vorstehend veröffentlichte Zahlenmaterial läßt erkennen, daß bis zum 13. Jahre nicht von einem Nachlassen der Bastardmehrleistung gesprochen werden kann, daß es vielmehr eher den Anschein hat, als wäre auch in der Zukunft noch mit einer, wenn auch geringen Steigerung des überlegenen Bastardwachstums zu rechnen. Auf keinen Fall kann jedenfalls aus dem bisherigen Verhal-

ten die Tendenz zu einem Rückschlag des luxurierenden Wachstums gefolgert werden. Ein solcher Rückschlag wurde von SCAMONI (52) auf Grund einer neuen Vermessung der DENGLERSchen Kreuzungen festgestellt. SCAMONI fand, daß die Bastarde gegenüber europaea vom 10. Jahre ab deutlich schlechter und von europaea schließlich überholt werden. Dieser Befund steht in völligem Widerspruch zu den oben mitgeteilten Ergebnissen. Besonders auffällig ist dabei, daß bei dem DENGLERSchen Versuch europaea die Bastarde überholt, während bei unseren Versuchen europaea zwar anfangs wüchsiger als leptolepis war, bis zum 13. Jahre aber auf Airastandort von dieser überholt wurde, und daß bei uns gerade gegenüber europaea die deutlichste weitere Zunahme der Überlegenheit der Bastarde auch vom 11. bis zum 13. Jahre festzustellen ist. Wenn auch der Unterschied zwischen europaea und den Bastarden bei SCAMONI nur 22 cm zu Gunsten von europaea beträgt, so ist der Rückgang gegenüber den Messungen vorher doch außerordentlich erheblich. Die einzige Erklärungsmöglichkeit für dieses abweichende Verhalten, die einigermaßen schlüssig sein dürfte, scheint im verschiedenen Klima der Anbauorte Eberswalde und Forstamt Gahrenberg zu liegen. Auf diese Erklärungsmöglichkeit machte Professor OELKERS (Hann.-Münden) in persönlicher Rücksprache aufmerksam, und auch Professor SCAMONI (Eberswalde) zieht sie nach brieflicher Mitteilung in Erwägung (Tab. 10).

Tabelle 10
Klimazahlen der Heimatgebiete und der verschiedenen Anbauggebiete der *Larix europaea* und *leptolepis*

	Heimat der Sudetenlärche (nach OELKERS)	Nordwest- deutschland (nach SCHÖBER)	Eberswalde	Heimat d. japan. Lärche (Klima- station Matsu- moto)
tvS	14,1°C	14,6°C	15,9°C	16,6°C
mmv	2,3 mm	2,3 mm	2,0 mm	4,7 mm

In der Tabelle 10 sind die Werte für tvS (durchschnittliche Wärme von Mai bis September) und für mmv (durchschnittlich täglicher Niederschlag von Mai bis September) für die Heimatgebiete der japanischen Lärche und der Sudetenlärche, sowie für das hier in Frage kommende Gebiet ihres künstlichen Anbaues, für Nordwestdeutschland, gegenübergestellt. Die Herleitung der Zahlen erfolgte für das Gebiet der Sudetenlärche durch OELKERS (40), für Nordwestdeutschland durch SCHÖBER (56), für Eberswalde nach von Prof. SCAMONI brieflich zur Verfügung gestellten Werten und für Japan nach den bei SCHENCK (55) angegebenen Klimaeinzeldaten durch den Verfasser. Es zeigt sich zunächst, daß die Werte für das Sudetengebiet und für Nordwestdeutschland fast übereinstimmen. Da nach den Ergebnissen von SCHÖBER (56) angenommen werden kann, daß auch die aus den Alpen stammenden Herkünfte, soweit sie überhaupt ihre Anbaufähigkeit unter Beweis gestellt haben (vermutlich Alpenlärchen niederer Lagen), etwa die gleichen Klimaansprüche stellen, und da die bei den DENGLERSchen und den vorliegenden Versuchen verwendeten europäischen Lärchen aller Wahrscheinlichkeit nach zu dieser Gruppe mit Sudetenlärchenansprüchen gehören, ergibt sich somit, daß ihr Anbau auf der Gahrenberger Fläche als durchaus standortgemäß gelten kann. Das Klima von Eberswalde, das durch etwas wärmere und trockenere Witterung gekennzeichnet ist, entspricht zwar nicht mehr ganz diesen Ansprüchen, gestattet aber immerhin noch be-

friedigendes Wachstum der europäischen Lärche. Ein völlig anderes Bild ergibt sich dagegen beim Vergleich der Klimazahlen des japanischen Heimatgebietes mit den Zahlen Nordwestdeutschlands und Eberswaldes. Die japanische Lärche ist in einem bedeutend wärmeren Klima mit doppelt so hohen Niederschlägen in der Vegetationszeit wie Nordwestdeutschland und fast 2½mal so hohen wie Eberswalde zu Haus. Der Klimasprung von Japan nach Eberswalde ist infolgedessen sehr viel größer als jener nach Nordwestdeutschland. Er dürfte in Wirklichkeit noch erheblicher sein, als dies nach den vorliegenden Klimazahlen den Anschein hat, weil sowohl das japanische Heimatgebiet, als auch Nordwestdeutschland unter ozeanischem Einfluß stehen, während in Eberswalde schon kontinentales Übergangsklima herrscht. Das Klima Nordwestdeutschlands kann man bei Gegenüberstellung mit dem warm-trockenen Eberswalde als feuchtkühl bezeichnen. In Übereinstimmung mit diesem Befund gedeiht die japanische Lärche in Eberswalde auch tatsächlich schlechter als in Nordwestdeutschland. Auf die klimatische Ungeeignetheit Eberswaldes für die japanische Lärche weist auch Forstamtmann GRAML in einer Zuschrift an die Leitung der „Allgemeinen Forstzeitschrift“ (3) hin. Daß dieser Rückgang der japanischen Lärche beim Klimawechsel Japan—Eberswalde entsprechend dem größeren Sprung bedeutend kleiner ist, als der Rückgang der europäischen Lärchen beim Klimawechsel Sudeten—Eberswalde, spiegelt sich überdies deutlich im Höhenwachstum der beiden Arten des vorliegenden und des DENGLERSchen Versuches wieder. Auf der Gahrenberger Fläche sind europäische und japanische Lärche fast gleichwüchsig, während in Eberswalde leptolepis erheblich schlechter ist als europaea. In gleicher Richtung weist auch die Tatsache, daß das Höhenwachstum von leptolepis in den ersten beiden Jahren, als sie in Müncheberg und in der Schorfheide bei Eberswalde wuchsen, sehr viel geringer war, als jenes von europaea, daß aber schon im 4. Lebensjahr, zwei Jahre nach der Versetzung auf die Freifläche des feuchtkühlen Forstamtes Gahrenberg, leptolepis europaea überholt. Diesen Vorsprung holt dann zwar im 5. Jahre europaea, vermutlich infolge einer besonders zusagenden Witterung nochmals ein, vermag sich aber auf die Dauer nicht zu halten. Im 11. und 13. Jahre ist auf Airastandort leptolepis bei weitem besser als europaea (Abb. 5). Die geringe Unterlegenheit von leptolepis gegenüber europaea auf Vacciniumstandort im 11. und 13. Jahre weist ebenfalls in diese Richtung, denn es ist anzunehmen, daß der trockenere Vacciniumstandort die Ansprüche der leptolepis an den Wassergehalt des Bodens nicht ausreichend zu decken vermag. Denkt man sich dieses verschiedene Verhalten der beiden Arten bei der Verbringung in nicht zusagendes Klima hervorgerufen durch Hemmungsfaktoren, die in optimalem Klima unwirksam wären, mit zunehmender Abweichung des Klimas vom Optimum aber mehr und mehr wirksam würden, und nähme man an, daß die Wirkung dieser Hemmungsfaktoren sich multipliziere, so ergibt sich eine Erklärungsmöglichkeit für das gefundene unterschiedliche Verhalten der Bastarde in Eberswalde und im Forstamt Gahrenberg in folgender Weise:

Die auf Seite 47 zu Grunde gelegten Erbformeln der japanischen und europäischen Lärche werden ergänzt durch jeweils spezifische Hemmungsfaktoren H_L und H_E , die nur außerhalb des optimalen Verbreitungsgebietes

tes wirksam werden. Die Erbformel für leptolepis laute also $LLeE H_L H_L$. Die europäische Lärche habe entsprechend die Formel $lEEH_E H_E$. Der Bastard hätte dann die Formel $LlEeH_L H_E$. Nimmt man nun an, daß die Leistungsfähigkeit der leptolepis bei der Verbringung in das Gebiet Eberswalde durch Wirksamwerden des Faktors H_L mit 0,4 nur noch $0,4 \times 0,4 = 0,16$, bei der Verbringung in das Gebiet des Forstamtes Gahrenberg dagegen noch $0,9 \times 0,9 = 0,81$ des Optimalen betrage, während bei europaea die Leistungsfähigkeit entsprechend durch den Hemmungsfaktor H_E in Eberswalde $0,9 \times 0,9 = 0,81$, in Gahrenberg dagegen die volle Größe betrage, so würde sich hinsichtlich der Wüchsigkeit das folgende Bild ergeben:

Sorte	Erbformel	Anbauort	Wuchs- kraft nach S. 47	Wirksamkeit der Hemm- Fakt.	Effektive Wüchsig- keit
leptolepis	$LLeE H_L H_L$	Eberswalde	1	$0,4 \times 0,4$	0,16
leptolepis	$LLeE H_L H_L$	Gahrenberg	1	$0,9 \times 0,9$	0,81
europaea	$lEEH_E H_E$	Eberswalde	1	$0,9 \times 0,9$	0,81
europaea	$lEEH_E H_E$	Gahrenberg	1	$1,0 \times 1,0$	1,00
Bastard	$LlEeH_L H_E$	Eberswalde	2	$0,4 \times 0,9$	0,72
Bastard	$LlEeH_L H_E$	Gahrenberg	2	$0,9 \times 1,0$	1,80

Während also der Bastard in Eberswalde mit einer Wuchsziffer von 0,72 zwischen leptolepis (0,16) und europaea (0,81) steht, übersteigt er auf dem Gahrenberg mit 1,80 europaea (1,0) und leptolepis (0,81), ein Verhalten, das etwa dem tatsächlich gefundenen entspricht.

Das zunächst auch in Eberswalde aufgetretene luxurierende Wachstum der Bastarde ließe sich zwanglos damit erklären, daß in den ersten Wachstumsjahren durch Schaffung günstiger Umweltbedingungen (z. B. feuchtgehaltenes, nährstoffreiches Saat- und Verschulbeet, gute Pflege im Versuchsgarten des Instituts) die Nachteile des Eberswalder Klimas nicht so in Erscheinung getreten sind. Eine Untersuchung der Niederschlagsverhältnisse bis zu dem offensichtlich kritischen Jahr 1942 zeigt außerdem, daß gerade in den Jahren nach der Verpflanzung ins Freie, nämlich 1939, 1940 und 1941 besonders feuchtes Wetter herrschte (mmv = 2,5, 2,1 und 2,2) und daß danach für das Eberswalder Klima mit Ausnahme des Jahres 1945 typische und selbst abnorm niedrige Niederschläge erfolgten (mmv = 1,9, 1,5, 1,7, 1,8, 1,8). Man könnte sich überhaupt vorstellen, daß je nach der jährlich wechselnden Witterung das Verhältnis der Bastarde zu den reinen Arten wechselnd ist von einer Mehrleistung bis zu einem nur intermediären Wachstum. Die höchste Bastardwüchsigkeit wäre nach dieser Vorstellung dann zu erwarten, wenn zwei Arten miteinander gekreuzt würden, die, räumlich voneinander isoliert, möglichst gleiche Standortsansprüche stellen, und wenn die daraus entstandenen Bastarde in einem Gebiet angebaut würden, das klimatisch der Heimat der Bastardeltern möglichst gleicht. Sobald die eine oder die andere dieser Voraussetzungen nicht erfüllt sind, kann die Leistungsfähigkeit der Wuchsfaktoren L und E durch die verschiedene Wirksamkeit der Hemmungsfaktoren von Fall zu Fall verändert werden. Auch ein Herabdrücken unter die Wüchsigkeit der beiden reinen Arten ist so zu erklären. Für den vorliegenden Fall kann geschlossen werden, daß mit einem Verschwinden der Bastardwüchsigkeit in Gahrenberg nicht gerechnet werden muß.

Im Zusammenhang mit der Frage nach der Beständigkeit des luxurierenden Wachstums der Bastarde interessiert das Verhalten der ältesten Lärchenbastarde dieser

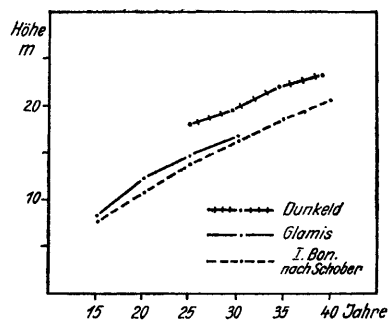


Abb. 29. Höhenwachstum zweier Bastardlärchenbestände in Schottland im Vergleich zu europäischer Lärche I. Ertragsklasse nach SCHÖBER (verbleibender Bestand).

Art, der „Hybrid Larch“ in Schottland. Sämtliche Urteile über diesen Bastard sind positiv. So spricht HENRY (17) 1919 von einer 16jährigen Pflanzung mit höchsten Höhen von 16 Metern. SYRACH LARSEN (63) beschreibt sie noch in ihrem 20. Jahr als der japanischen überlegen. Eine Anfrage im Jahre 1949 bei der Forestry Commission in Schottland wird dahin beantwortet, daß die Bastardlärche in England schnellwüchsig ist, ohne ins Stocken zu kommen. Speziell für einen 1947 38jährigen Bestand (Atholl Estate, Lower Warren Wood, Perthshire) konnte kein nachweisbarer Rückgang festgestellt werden. Bei einer anderen 1943 aufgenommenen Fläche (Glamis, Angus, Forfarshire) ist zwar vom 20. bis 30. Jahr ein Nachlassen eingetreten, aber auch in diesem, wie besonders im ersten Falle, liegt die Leistung immer noch über der ersten Ertragsklasse bei europäischer Lärche nach SCHÖBER (56), wie das die Abbildung 29 zeigt. Wenn natürlich auch der Vergleich mit der Höhenwuchskurve der europäischen Lärche kein sicherer Beweis für die Mehrleistung der unter ganz anderen klimatischen und standörtlichen Verhältnissen erwachsenen schottischen Bastardlärche ist, so kann er doch zum mindesten soweit herangezogen werden, als er die Anbauwürdigkeit der Bastarde in Schottland dartut. Auch über zwei weitere Bestände (im Bedgebury National Pinetum, Kent) wird mitgeteilt, daß von einem Rückgang der Bastarde nach 20 Jahren nicht gesprochen werden kann. Für die eine der beiden Flächen, vermutlich Nachkommen von Bastarden, wird besonders erwähnt, daß sie ein größeres Wachstum als europaea und leptolepis aufweisen. Nach der oben entwickelten Vorstellung über die Bedeutung des Klimas für die Bastardentwicklung kann ein solches Verhalten der Bastarde in Schottland auch erwartet werden; denn in Schottland findet sowohl die europaea als auch leptolepis gutes Gedeihen, so daß sowohl die Leistungsgene der japanischen, wie auch der europäischen Lärche sich voll entfalten und gemeinsam zu einer Steigerung des Wachstums der Bastarde über das Maß der reinen Arten hinaus führen können. Auch das neuerdings von SCAMONI (53) festgestellte Nachlassen der von DENGLER (9) gefundenen Heterosis bei Nachkommen aus Kreuzungen zwischen französischen und schottischen Kiefernherkünften mit märkischer Kiefer in Eberswalde kann auf diese Weise erklärt werden. Sowohl die verwendete Gebirgsform (1140 m über NN) der französischen Kiefer als auch die offensichtlich für ozeanisches Klima gut geeignete schottische Kiefer versagen im Eberswalder Trocken- und Wärmeklima vollständig (sie rangieren zusammen mit einer russischen Herkunft an letzter Stelle im Höhenwuchs). Die Bastarde mit der einheimischen märkischen Kiefer werden zwar in Jahren mit einer der märkischen Kiefer voll zusagenden

Witterung eine geringe Überlegenheit erwarten lassen; schon bei unbedeutendem jahrgangsweisen Abweichen der Witterung nach der kontinentalen Seite hin wird aber mit einem Absinken unter das Maß der märkischen Kiefer gerechnet werden müssen.

B. Wege zu einer praktischen Auswertung der Versuchsergebnisse

1. Die Anlage von Samenplantagen

So interessant alle diese Ergebnisse über Unterschiede zwischen den Nachkommenschaften und über luxurieren-des Wachstum auch sein mögen, für die Praxis ist die Frage allein wichtig, ob eine wirtschaftliche Ausnutzung möglich ist oder nicht. Diese Frage fällt vom Standpunkte des Züchters aus gesehen mit der anderen Frage zusammen, ob es möglich ist, solche Pflanzen mit gesteigerter Wuchsenenergie in größerem Umfange der Praxis zur Verfügung zu stellen. Dies kann dank der umfangreichen Vorarbeiten von SYRACH LARSEN, JENSEN, LINDQUIST und JOHNSON (Angaben nach LINDQUIST [31], GUSTAFSSON [16], KIELLANDER [21]) bejaht werden. Durch Anlage von sogenannten Samenplantagen, d. s. im weiten Verband angepflanzte Bestände zum Zwecke der Samengewinnung, ist es möglich, in ausreichender Menge Saatgut einer bestimmten genetischen Zusammensetzung immer wieder herzustellen. Im allgemeinen werden diese Plantagen aus Pflöpfingen aufgebaut, die durch Veredelung von Sämlingsunterlagen mit Reisern der gewünschten Kreuzungspartner hergestellt werden können. Es ist jedoch auch vorgeschlagen worden, solche Plantagen oder Saatzuchtbestände mit Sämlingen zu begründen, so z. B. unabhängig von den erwähnten skandinavischen Bearbeitern von DENGLE (8) für die Gewinnung von Lärchenbastarden, von LANGNER (27) zur Vermehrung seltener Herkünfte und von SCHOTT (58) ganz allgemein für die Gewinnung von Forstsamen.

Für verschiedene Holzarten liegen bereits Anhaltspunkte über die voraussichtliche Ertragsleistung solcher Samenplantagen vor. Nach LINDQUIST (31) werden sie von JENSEN bei Fichte und Kiefer auf jährlich 50 kg je ha beziffert. Für Lärche liegt ein Ergebnis SYRACH LARSENS (LINDQUIST [31]) vor, nach welchem von 68 im Jahre 1937 hergestellten Lärchenpflöpfingen bereits 1942, also 5 Jahre nach der Pflöpfung, 3805 Zapfen geerntet wurden, die 28 550 Pflanzen ergaben. Daraus errechnet sich unter LINDQUISTS Annahme, daß 1000 Pflöpfinge einen 1 ha großen Saatzuchtbestand bilden, eine Pflanzenerzeugung von 420 000 Stück je ha Samenplantage. Legt man diese Werte bei der Lärche zu Grunde, so errechnet sich die für den Samenbedarf des Reichsgebietes 1937 erforderliche Samenplantagenfläche folgendermaßen: Nach der Forsterhebung von 1937 (SCHÖBER [56]) war im Altreich eine Lärchenfläche von 34 708 ha vorhanden. Unter Annahme eines 100jährigen Umtriebes kann man schätzen, daß jährlich 350 ha mit Lärche zu kultivieren waren. Dazu würden nach ROHMEDER (48) je ha 2500 zweijährige Sämlinge benötigt, also insgesamt etwa 900 000 Stück. Da aus den 420 000 einjährigen Sämlingen, die nach dem dänischen Versuch von 1 ha Plantagenfläche zu gewinnen sind, mindestens 300 000 zweijährige Sämlinge erwartet werden können (2), würden somit 3 ha Samenplantage ausreichen, um die erforderlichen 900 000 Pflanzen verfügbar zu haben. Ein sehr viel anderes Bild ergibt sich, wenn man der Berechnung die tatsächlichen durchschnittlichen Verbrauchszahlen an Lärchensamen zu Grunde legt, die nach MESSER (33) für Preußen in den Jahren 1929 bis 1931 bei 2071 kg liegen und für das Altreich daher auf 10 000 kg zu schätzen sind. Da zur Erzeugung von 420 000 zweijährigen Sämlingen rund 17 kg Saatgut nötig sind (2), kann angenommen werden, daß in dem von LINDQUIST zitierten Fall 1 ha Samenplantage diese Samenmenge hervorgebracht hat. Zu der gleichen Zahl kommt man bei der Annahme von MESSER (33), daß 200 Zap-

fen auf 1 kg gehen und 50 kg Zapfen 3 kg Samen ergeben. 56 000 Zapfen (der zu erwartende Ertrag von 1 ha Samenplantage) wiegen danach 280 kg und ergeben $280 \times 3 : 50 = 16,8$ oder rund 17 kg Samen. Es würde also zur Erzeugung von 10 000 kg Samen eine Plantagenfläche von rund 500 ha erforderlich sein. Die Spanne zwischen 3 ha und 500 ha kommt dadurch zustande, daß im ersten Falle vorausgesetzt ist, daß das gewonnene Saatgut lediglich zur Pflanzenanzucht verwendet wird, während im 2. Fall zum größten Teil Freisaaten damit ausgeführt wurden, für die nach ROHMEDER (48) etwa die 40fache Saatgutmenge verbraucht wird. Dividiert man die erhaltene Fläche durch 40, so ergibt sich eine Saatzuchtfläche von 12,5 ha. Berücksichtigt man noch, daß in der Praxis sehr viel mehr Lärchenpflanzen als 2500 Stück je 1 ha Kulturfläche verbraucht werden, so dürfte eine weitere Verminderung dieser Fläche eintreten, die sich größenordnungsmäßig dann den erstgenannten 3 ha gleichsetzen läßt. Jedenfalls liegen diese Zahlen durchaus im Bereich einer praktischen Durchführbarkeit, und selbst wenn man bei vorsichtiger Schätzung 20 ha Samenplantagen für erforderlich halten wollte, so wäre dies noch tragbar. Auch die Herstellung von 20 000 Pflöpfingen wäre ein technisch ohne große Schwierigkeiten zu lösendes Problem. Die Veredelungen erfolgen im Anhalt an die verschiedentlich bereits dargestellten Methoden (KIELLANDER [21]), es können aber in besonders gelagerten Fällen auch kompliziertere Verfahren empfehlenswert sein, so etwa die von JENSEN (18) beschriebene Flaschenpflöpfung.

LANGNER empfiehlt nach einer Veröffentlichung von MÜLLER-STOLL (36), von den als Kreuzungspartner ausersehenen Bäumen Zweige der Blütenregion zu entnehmen. Bei Fichte wurden solche Pflöpfinge in Tharandt von MÜNCH 1932 hergestellt. Sie blühten bereits 1935 und 1936, also drei- und vierjährig, und wurden vom Verfasser 1946 zu Kreuzungsversuchen verwendet, die reichlich keimfähiges Saatgut ergaben. Ob dieses frühe Fruchten darauf zurückzuführen ist, daß die Zweige der Blütenregion entnommen wurden, wie nach BÜSGEN-MÜNCH (5) zu vermuten ist, oder ob es eine bloße Folge der Aufpflöpfung ist, muß noch dahingestellt bleiben. Nach schwedischen und dänischen Versuchen (21, 31) scheint eher letzteres der Fall zu sein. Danach erhält man besonders reich blühende Exemplare durch Aufpflöpfen auf Sämlinge einer anderen Art oder Herkunft (z. B. *Picea excelsa* auf *alba*, *Pinus silvestris* auf *montana*, *Populus tremula* auf *trichocarpa*). Eigene Versuche ähnlicher Art (*Larix leptolepis* auf *europaea* und umgekehrt, *Picea omorica* und *orientalis* auf *excelsa*) werden z. Z. durchgeführt. Bei den Pflöpfungen von *Picea excelsa* auf *alba* und *Pinus silvestris* auf *montana* wird als Ursache des reichlichen und frühen Fruchtens der Pflöpfinge nach KIELLANDER (21) die schwächere Wuchskraft der Unterlage vermutet. Am hiesigen Institut sind deshalb Versuche in Vorbereitung, durch Aufpflöpfung von normalen Fichten auf durch Stecklinge vermehrte Zwergfichtenunterlagen reichliches und frühes Fruchten zu erreichen. Nach dänischen und schwedischen Versuchen nimmt LINDQUIST (31) an, daß Unterlagen von früh und reichlich blühenden Holzarten diese Eigenschaften auf die Pflöpfreiser übertragen. Es wäre zu erwägen, die gelegentlich in den Forstkulturen vorkommenden Frühblüher, die normalerweise sehr bald bei der Läuterung und Durchforstung beseitigt werden, entweder unmittelbar als Unterlage zu verwenden oder aber zur Nachzucht von Unterlagen zu benutzen. Da die Lärchenbastarde nach unseren Untersuchungen außerordentlich früh blühen, ist es vielleicht auch erfolgversprechend, diese als Unterlagen zu verwenden. Unabhängig von solchen Überlegungen, durch Anlage von Samenplantagen den Saatgutbedarf zu decken, kommt das Institute of Forest Genetics in Placerville zu dem Schluß, daß es bei geeigneter Organisation des Ver-

fahrens möglich wäre, den Bedarf an Bastarden durch die bisher nur für den wissenschaftlichen Versuch angewendete Methode der Tütenisolierung mit nachfolgender künstlicher Befruchtung der weiblichen Blüten zu decken (STOCKWELL and RIGHTER [61]).

Soweit es sich bei diesem Saatgut um solches der reinen Arten, in unserem Falle also um Saatgut der europäischen oder der japanischen Lärche handelt, das lediglich durch größere Wuchsleistung vom normalen Handelsaatgut unterschieden ist, werden biologische und waldbauliche Bedenken seitens der Praxis kaum erhoben werden. Solche Bedenken sind aber zu erwarten, wenn das Ziel Bastardsaatgut ist. Die Frage des Waldbaues wird dann sofort dahin gestellt werden, ob die Nachkommen solcher Bastarde diese günstigen Eigenschaften beibehalten oder ob sie im Wuchs nachlassen. DENGLEER äußert solche Bedenken erstmalig 1939 und 1942 (9, 11) im Hinblick auf seine Bastarde zwischen Kiefern schottischer und ostrussischer, schottischer und märkischer sowie französischer und märkischer Herkunft, die luxurierendes Wachstum bei zum Teil sogar gegenüber den Eltern verbesserter Schaffform zeigen. Er formuliert diese Bedenken 1942 folgendermaßen: „Trotz der Verbesserung der Bastarde können sie kein Zuchtziel sein, da nach den Vererbungsgesetzen in der nächsten Generation wieder die unerwünschten fremden Elternrassen herausmenden würden und wir diese nicht los würden“. Selbst wenn man einmal annehmen würde, daß die zweite Generation völlig versagte und forstlich unbrauchbar wäre, so könnten diese Bedenken dennoch nichts gegen die Verwendung solcher Bastarde im Wald aussagen, weil es ja, wie wir sahen, durchaus möglich ist, die Bastarde in genügender Anzahl immer wieder neu herzustellen, besonders wenn durch das vom Institut in Placerville (STOCKWELL and RIGHTER [61], RIGHTER [46]) vorgeschlagene Verfahren der Einsprengung in den übrigen Grundbestand verhältnismäßig geringe Pflanzenmengen benötigt werden. Eine gewisse Gefahr könnte jedoch darin erblickt werden, daß es bei einer solchen Einbringung der Bastarde in zunehmendem Umfang im Laufe der Zeit nicht mehr möglich sein könnte, reines Saatgut der ortsangestammten Herkünfte zu bekommen. Auch diese mehr theoretischen Bedenken sind leicht zu zerstreuen. Einmal wird es viele Jahrzehnte dauern, ehe überallhin Züchtungen gekommen sind, und weitere Jahrzehnte, bis diese Züchtungen fruktifizieren, zum anderen kann schon heute als vorläufiges Ergebnis früherer Untersuchungen des Verfassers mitgeteilt und aus am hiesigen Institut laufenden Versuchen geschlossen werden, was ja auch auf Grund der Ergebnisse der frei abgeblühten Lärchen der vorliegenden Arbeit vermutet wurde, daß die Befruchtung eines Baumes im allgemeinen nur durch die nächstliegenden Stämme erfolgt. Der Pollen vermag zwar viele Kilometer weit zu fliegen, kommt dann aber in solcher Verdünnung bei den weit entfernt stehenden blühenden Bäumen an, daß er im Verhältnis zu den Massen des Nachbarpollens praktisch ohne Bedeutung ist. Das Vorhandensein solcher Befruchtungsverhältnisse ist überdies auch deshalb wahrscheinlich, weil sonst die Ausbildung und Erhaltung von Standortrassen unserer Holzarten schwer zu erklären wäre. Erforderlichenfalls könnte man ja auch die Zuchtsorten vor der Benutzung des Bestandes zur Samengewinnung oder zur Naturverjüngung entnehmen. Eine weitere Abschwächung dieser Einwände ergibt sich daraus, daß es bisher keinerlei sicheren An-

haltspunkt dafür gibt, daß die Nachkommen solcher Bastarde in ihrer Gesamtheit tatsächlich schlechter sind als ihre Ausgangsrassen. Vielmehr besteht alle Wahrscheinlichkeit für die Vermutung, daß die Nachkommen der Bastarde, wenn auch nicht in ihrer Gesamtheit, so doch in einer genügend großen Anzahl ihrer Glieder das gleiche große Wachstum oder sogar größeres Wachstum als ihre Eltern besitzen. So deutet die Aufspaltung unter den Nachkommen einer von (STOCKWELL and RIGHTER (60) hergestellten Kreuzung zwischen *Pinus attenuata* mit *radiata* (*Pinus attenuata* hybr. nov.) durchaus in diese Richtung. Für die Lärche sind ebensowenig Beobachtungen über ein entscheidendes Nachlassen in den Folgegenerationen bekanntgeworden. Vielmehr stellt LEVEN (29) fest, daß das Wachstum der 2. Generation sehr ähnlich dem der 1. Generation sei, und auch die Absaaten von Lärchenbastarden des vorliegenden Versuchs lassen keine Schwächung der Wuchskraft im ersten oder zweiten Jahre erkennen. Lediglich SYRACH LARSEN (63) gibt an, daß die Nachkommen der schottischen *europaea* in der 2. und 3. Generation eine Annäherung an *europaea* zeigten. Selbst wenn mit dieser Annäherung ein Absinken der Wüchsigkeit verbunden wäre, so würde diese Tatsache den Anbau der Bastardlärche nicht ausschließen, da ja die europäische Lärche für durchaus anbauwürdig gehalten wird.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß selbst DENGLEER, der für die Kiefer die Verwendung von Bastarden ablehnt, für die Erzeugung von Lärchenbastarden eintritt. Es muß dahingestellt bleiben, welche Gründe ihn zu dieser verschiedenen Beurteilung bewogen. Vermutlich hielt er bei der Lärche eine Bastardsamengewinnung in einem solchen Umfang für möglich, daß er glaubte, auf eine weitere Verwendung der reinen Arten verzichten zu können. Bei der Kiefer wird er diese Möglichkeit einer Bastardsamengewinnung in größerem Umfange nicht für möglich gehalten und befürchtet haben, daß durch weit herangetragene Bastardpollen die Gewinnung des erforderlichen Saatgutes reiner Herkünfte unmöglich gemacht werden könnte. Nachdem, wie dargestellt, die Beschaffung des für eine Überpflanzung der Kulturen erforderlichen Kiefernbastardsaatgutes ebenso möglich sein würde, wie die Beschaffung von Lärchenbastarden, und nachdem die Gefahren einer Fernbefruchtung offenbar nur sehr gering sind, ist nicht einzusehen, weshalb ein solcher Unterschied zwischen der Lärche und der Kiefer gemacht werden soll. Aber selbst wenn es nicht gelänge, im Laufe von etwa 30 Jahren soviel Bastardsaatgut zu erzeugen, wie im Walde benötigt wird, so wäre doch sehr einfach eine Sicherung gegen solche Gefahren dadurch zu schaffen, daß die Samenplantagen und die Bastardbestände so abseits von den für die übrige Saatgutgewinnung vorgesehenen anerkannten Beständen angelegt werden, daß eine Befruchtung dieser anerkannten Bestände durch die andere Art oder durch die Bastardbestände verhindert wird. Schließlich würde es auch ohne weiteres möglich sein, mit dem gleichen Plantagenverfahren Saatgut der reinen Arten zu erzeugen, wenn eine Bastardierung anerkannter Bestände in besonderen Fällen nicht ausgeschlossen werden könnte. Für besonders bewährte Herkünfte wäre dies sowieso empfehlenswert, worauf bereits LANGNER (27) hingewiesen hat.

Da nach dem geschilderten Sachverhalt sowohl die technischen als auch die waldbaulichen Voraussetzungen für die Auswertung des Heterosiseffektes gegeben er-

scheinen, wird es nicht für verfrüht gehalten, nachfolgend einige Gedanken zur praktischen Durchführung bei Lärche zu entwickeln. Die dargestellten Verfahren sind ganz allgemein in gleicher Weise für die Gewinnung von Bastardsaatgut wie für die von Saatgut der reinen Arten verwendbar.

1. Verfahren: Anlage von Samenplantagen aus Pflöpfingen

a) Durch ein Züchtungsinstitut werden in exakten Kreuzungsversuchen (Kreuzungsanalyse) Partner der gleichen Art oder verschiedener Arten ausgesucht, die zu gleicher Zeit blühen, eine besonders gute und wertvolle Nachkommenschaft erzeugen und von denen durch Selbstungsversuche festgestellt worden ist, daß sie ganz oder doch nahezu ganz selbststeril sind. Für diese Versuche sind bei der reinen Art 20 bis 25 Jahre, bei der Erzeugung von Bastarden etwa 10 bis 15 Jahre vorzusehen.

b) Sobald gewisse Anhaltspunkte für die Geeignetheit bestimmter Kreuzungen vorliegen, was etwa nach 5 bis 10 Jahren möglich sein kann, wird mit der vegetativen Vermehrung der betreffenden Eltern durch Pfropfung begonnen.

c) Der Aufbau der Samenplantagen kann entweder aus nur zwei Sorten oder aus einer größeren Anzahl von Sorten erfolgen. Je ha werden 500 bis 1000 Pflöpfinge sortenweise miteinander gemischt angepflanzt. Bei Verwendung von zwei selbststerilen Sorten läßt sich ohne Blütenisolierung erreichen, daß fast zu 100% Bastarde dieser zwei Sorten erhalten werden. Denn da die verschiedenen Pflanzen jeder Sorte genetisch ein einziges Individuum darstellen, können sie sich nicht gegenseitig befruchten, sondern sind auf die Befruchtung durch den Pollen der anderen Sorte angewiesen. Bei Verwendung mehrerer Sorten besteht diese Möglichkeit nicht, weil natürlich sämtliche Kombinationen zwischen den verwendeten Sorten möglich sind. Um in diesem Falle bestimmte Kombinationen herstellen zu können, müßte das Tütenverfahren angewendet werden, das vermutlich in solchen Plantagen verhältnismäßig billig durchzuführen wäre.

d) Falls sich, wie es nach Erfahrungen und Beobachtungen im Forstbotanischen Garten in Tharandt (36) und in verschiedenen Baumschulen bei Fichte und anderen Nadelhölzern den Anschein hat, die Möglichkeit ergeben sollte, durch Entnahme der Pflöpfreier aus verschiedenen Kronenteilen der Altbäume rein männliche und rein weibliche Lärchen zu ziehen, also künstliche Diözie zu erzeugen, würde auch dann die Herstellung bestimmter Kreuzungen in größerem Umfang möglich sein, wenn nur die Kreuzung in einer Richtung besonders gute Nachkommen ergäbe und wenn der als Mutter zu verwendende Kreuzungspartner selbstfertil wäre. Man brauchte dann nur von diesem Kreuzungspartner durch Pfropfung rein weibliche Bäume herzustellen und sie mit monözischen Pflöpfingen des gefundenen guten männlichen Kreuzungspartners oder deren mehrerer zusammenzupflanzen. Versuche zur Erzielung solcher künstlicher Diözie wurden vom Verfasser während seiner Tätigkeit bei der Versuchsabteilung für Forstpflanzenzüchtung in Tharandt begonnen. Es sind 70 Fichtenpflöpfinge entstanden, die in Tharandt von SCHÖNBACH weiter beobachtet werden. Falls sich ergeben sollte, daß bei Lärche ebenso wie bei Kiefer (SCHRÖCK [59]) natürliche Diözie vorkommt, so könnte durch Gewinnung von Klonen rein weiblicher Sorten und entsprechender Mischpflanzungen mit monözischen Pflöpfingen das gleiche Ziel erreicht werden. Sowohl durch diese Verwendung künstlicher als auch natürlicher rein weiblicher Kreuzungspartner würde die Bildung von Selbstungsnachkommen verhindert, die eintreten würde, wenn die als Mutter verwendeten Bäume monözisch und selbstfertil gewesen wären. In Wirklichkeit wird dieser Fall völliger oder hoher Selbstfertilität bei unseren Nadelhölzern sehr selten vorkommen. Sowohl die vorliegenden Ergebnisse bei Lärche, als die von Kiefer (DENGLE [9, 11]) zeigen, daß ein hoher Grad von Selbststerilität die Regel sein dürfte.

2. Verfahren: Künstliche Befruchtung isoliert stehender Lärchen

Bereits SYRACH LARSEN (65) schlägt vor, einzelnstehende Nadelbäume (*Abies Lawniana*, *Larix*), die aus blütenökologischen Gründen (Reife ihres Pollens nach der Entfaltung ihrer weiblichen Blüten) und wegen Fehlens von fremdem Pollen der gleichen Art keinen Samen anzusetzen vermögen, künstlich ohne vorherige Blütenisolierung mit artfremden

Pollen zu bestäuben. Besonders wegen der geschilderten weitgehenden Selbststerilität der Lärche verdient dieser Vorschlag Beachtung. Nach Feststellung einer solchen Selbststerilität (durch einen Selbstungsversuch) und mangelhafter Befruchtungsverhältnisse (Hohlkornanteil der Zapfen) wird im darauf folgenden Jahre mit dem gewünschten Pollen bestäubt.

3. Verfahren: Anlage von Mischbeständen aus Sämlingen

Nach dem Vorschlag von DENGLE (10) und LANGNER (27) werden Mischbestände aus Sämlingen der beiden Arten oder jeweils nur einer Art begründet. Zur Gewinnung von Saatgut der reinen Arten bedarf es nach einer das Fruktifizieren begünstigenden Bestandserziehung (möglichst lockerer Schlußgrad) dann lediglich der Ernte der Zapfen und deren Ausklungung. Bei Verwendung zweier verschiedener Arten zur Erzeugung von Bastardsaatgut macht sich außerdem noch eine Auslese unter den entsprechenden Nachkommen erforderlich, denn es ist natürlich nur damit zu rechnen, daß ein gewisser Anteil von Bastardsamen entsteht. Diese Auslese bestünde in der Sortierung in kleine und große Pflanzen im Saat- und Verschulbeet, wodurch es aller Voraussicht nach möglich sein wird, die meisten Bastarde zu erfassen (SYRACH LARSEN [65]). Um ein Saatgut zu erhalten, das in größerer Menge aus Bastarden besteht, würde es sich empfehlen, die eine Art jeweils in einen Grundbestand der anderen Art nur vereinzelt einzusprengen. Da sich diese eingesprengten Bäume nicht selbst befruchten können, sind sie auf den Pollen des sie umgebenden Grundbestandes und auf den der weit entfernten Nachbarbäume der gleichen Art angewiesen. Bei der mengenmäßigen Überlegenheit des Pollens des Grundbestandes dürfte von diesen einzelnstehenden Bäumen ebenfalls ein fast 100%iger Bastardanfall zu erwarten sein. Dabei muß zunächst noch dahingestellt bleiben, durch welches Mischungsverhältnis der größtmögliche Bastardsamenanfall erreicht werden kann. Nur durch Versuche in der Praxis, die bereits in verschiedenen Forstämtern angelegt sind, läßt sich diese Frage lösen. Bei diesem Verfahren wird allerdings darauf verzichtet, Eltern miteinander zu kombinieren, aus denen nach dem Ergebnis einer Kreuzungsanalyse besonders wertvolle Nachkommen zu erwarten sind, wie das bei der Verwendung von Samenplantagen aus Pflöpfingen durchführbar ist und vorgeschlagen wurde. Für die Gewinnung von Bastardsaatgut steht jedoch auch bei dieser Methode ein züchterischer Erfolg für ozeanisch beeinflusste Standorte außer Zweifel, weil in diesem Klima die Bastarde zwischen europäischer und japanischer Lärche in der Regel dem Durchschnitt der reinen Arten weit überlegen sind. Eine gewisse züchterische Auslese der Kreuzungspartner ist jedoch auch bei dieser Art der Samenplantagenanlage möglich, weil, wie wir sahen, bei der Lärche schon in sehr jungem Alter mit einer verhältnismäßig hohen Sicherheit vom Phänotyp auf den Genotyp geschlossen werden kann. Durch laufenden Aushieb der phänotypisch Unwüchsigen oder sonst Unerwünschten kann erreicht werden, daß schließlich eine Samenplantage aus vererbungsmäßig überdurchschnittlichem Material entsteht. Voraussetzung ist dabei, daß die Samenplantagen verhältnismäßig dicht, also fast normal forstmäßig, begründet werden. Allerdings darf zu keiner Zeit eine gegenseitige Behinderung der einzelnen Bäume eintreten, weil sonst durch die Einwirkung der Nachbarn die Anlagen weitgehend überdeckt werden können. Besonders hinsichtlich der Astigkeit, aber auch hinsichtlich der Stammform (z. B. Säbelwuchs durch Windeinwirkung) ist eine Beurteilung nur im annähernden bis völligen Freiland möglich.

2. Individualauslese oder Auswahl guter Vererber durch Testkreuzungen

Die von PHILIPP DE VILMORIN begründete Methode der Individualauslese, bei der die Mütter nach ihrer Nachkommenschaft beurteilt werden (KAPPERT [20]), nimmt seit Bestehen einer Forstpflanzenzüchtung einen besonderen Platz ein (LOCHOW [32], KAMLAH [19], WETTSTEIN [70], MÜNCH [39], ROHMEDE [48], BEHRNDT [4] u. a.). Man stellte sich vor, daß jeder Baum eines Bestandes durch ein in seiner Zusammensetzung an allen Orten völlig oder wenigstens annähernd einheitliches Pollengemisch be-

fruchtet würde (KAMLAH [19]) und daß demnach besonders wüchsig veranlagte Mütter in jedem Falle wieder entsprechend wüchsige Nachkommen ergeben müßten. Nachdem, wie auf Seite 42 ausgeführt, diese wichtige Voraussetzung, die bereits von BEHRNDT (4) bezweifelt wurde, auch nicht mit einiger Wahrscheinlichkeit gegeben ist, sind die Aussichten einer solchen Züchtungsmethode sehr viel vorsichtiger zu beurteilen. Wirklich praktisch bedeutungsvolle Ergebnisse sind eigentlich nur in jenen seltenen Fällen zu erwarten, wenn eine Eigenschaft auf möglichst wenigen dominanten Faktoren beruht und wenn es gelingt, die doppelt dominanten Typen für diese Eigenschaft durch Nachkommenschaftsprüfung zu erfassen. Denn für diese Typen ist es völlig gleichgültig, von welchem Pollen sie befruchtet werden. Die F_1 ist immer gleich gut. Je mehr Faktoren eine Eigenschaft bedingen, desto größer müßte natürlich die Zahl der zu prüfenden Mutterbäume sein, und schon bei einer verhältnismäßig niedrigen Zahl solcher dominanter Faktoren dürfte das Auffinden von Homozygoten zu einem seltenen Glücksfall werden. Für die Züchtung auf Wüchsigkeit, deren genetische Bedingtheit ganz offensichtlich nicht auf einigen wenigen dominanten, sondern auf einer ganzen Reihe von in gleicher Richtung wirkenden Faktoren beruht, würde das bedeuten, daß ein Wechsel in der Zusammensetzung des befruchtenden Pollens zu einer völligen Verschleierung des tatsächlichen Genotyps des Mutterbaumes führt, auch wenn dieser in allen Wuchsgenen homozygot wäre. Es scheint daher aussichtsreicher zu sein, durch Testkreuzungen verschiedener Genotypen miteinander nach jenen Kreuzungspartnern zu suchen, die eine besonders gute Nachkommenschaft erwarten lassen. Während bei dem freien Abblühen unter Annahme der Befruchtung durch ein einheitliches Pollengemisch das erzielbare Genotypengemisch nur dann besser sein wird, als das Genotypengemisch des pollenspendenden Bestandes, wenn der frei abgeblühte Baum einer sehr hohen, selten auftretenden Wüchsigkeitsstufe angehört und während die Nachkommenschaften mit der größtmöglichen Zahl von höchsten Wüchsigkeitsstufen dabei überhaupt nicht realisiert werden, besteht bei Individualkreuzungen die Möglichkeit der Entstehung von Nachkommenschaften, die den Durchschnitt des väterlichen Genotypengemisches übertreffen und selbst die höchstmögliche Spitzenleistung erreichen. Die Abbildung 26 auf Seite 46 zeigt diese Unterschiede zwischen Panmixie und Individualkreuzung überzeugend. Während z. B. die höchste Wüchsigkeitsstufe $W_1W_1W_2W_2W_3W_3$ bei Panmixie im günstigsten Falle wieder 12,5% höchste Wüchsigkeitsstufen ergibt, kann sie bei der Individualkreuzung eine Nachkommenschaft von 100%ig höchstwüchsigen Genotypen bilden. Auch der Fall, daß die Hälfte aller Nachkommen sämtliche Wüchsigkeitsfaktoren enthält, kommt lediglich bei den Individualkreuzungen vor.

Gegen den Weg, durch Testkreuzungen die günstigsten Partner zu finden, die dann mit der Pfropfmethode zu vermehren wären und zur Anlage von Samenplantagen verwendet werden müßten, könnten methodische Schwierigkeiten sprechen. Eine Abwägung der Schwierigkeiten und Erfolgsaussichten der beiden Wege ergibt jedoch, daß die Methode der Testkreuzungen bei Einschaltung eines Züchtungsinstitutes, gemessen an dem möglichen Erfolg, die zweckmäßigere ist. Die Prüfung der Mutterbäume durch Aufzucht ihrer Nachkommen ist bei

beiden Methoden nötig, beschränkt sich aber bei der Methode der Testkreuzungen auf verhältnismäßig wenige Sorten. Die Prüfung vieler Nachkommenschaften bei der Individualauslese erfordert außerdem sehr große Flächen, die bei nicht ganz gleichmäßigem Boden durch Einschaltung eines Standards überdies noch mindestens eine Verdoppelung erfahren müßte. Hat man dann endlich gute Vererber gefunden, so wird in der Regel die Samenproduktion wenig befriedigen, weil sie, in forstmäßigem Schluß erwachsen, nur selten blühen und fruchten werden. Legt man aber zur Umgehung dieser Schwierigkeiten mit Pfropflingen dieser guten Vererber Samenplantagen an, so übernimmt man einen Teil der Schwierigkeiten, der sich aus der Methode der Testkreuzung ergibt, ohne die Sicherheit zu besitzen, daß die Nachkommen aus diesen Samenplantagen wirklich ebenso gut sind, wie die Nachkommen der frei abgeblühten Mütter waren. Denn in den Samenplantagen haben sich natürlich die Befruchtungsverhältnisse völlig verändert, und es ist durchaus möglich, daß die Mütter in dem Auslesebestand durch erblich wertvollere Väter befruchtet wurden als in der Samenplantage. Bei Anwendung der Methode, durch Testkreuzungen günstige Kombinationen zu finden, würde es genügen, nur eine beschränkte Zahl von guten Phänotypen miteinander zu kreuzen, so daß die angebauten Nachkommenschaften eine bei weitem nicht so große Fläche benötigen würden wie bei der Individualauslese. Diese Zahl der Testkreuzungen kann bei Lärche vor allem deshalb verhältnismäßig klein sein, weil, wie die vorliegenden Versuche ergeben haben, bei dieser Holzart der Phänotyp schon in verhältnismäßig jungem Alter einen ziemlich sicheren Schluß auf den Genotyp hinsichtlich der Wüchsigkeit zuläßt. Es dürften schon bei Kreuzungen von höchstens 10 Stämmen miteinander hervorragende Kreuzungspartner gefunden werden können. Legt man dann mit den gefundenen guten Verberbern nach einer vegetativen Vermehrung durch Pfropfung Samenplantagen an, so wird das in diesen Samenplantagen erzeugte Saatgut zu 100% die gleiche Veranlagung besitzen, wie das aus der Testkreuzung gewonnene. Die einzige zusätzliche Arbeit wäre die Testkreuzung, die allerdings von einem Züchtungsinstitut durchgeführt werden müßte und einigen Aufwand von Zeit und Geld mit sich brächte. Um zunächst rasch zum Ziele zu kommen, dürfte es bei der Lärche überdies genügen, phänotypisch gute Stämme ohne vorherige Testkreuzung im Wege der Pfropfung zu vermehren und die Pfropflinge zu Samenplantagen zusammenzupflanzen. Wegen der bei Lärche weitgehenden Übereinstimmung zwischen Phänotyp und Genotyp hinsichtlich Wüchsigkeit, würde die Erzeugung erbmäßig wertvollen Saatgutes damit gesichert sein. Durch nachträgliche Testkreuzungen zwischen den verwendeten Sorten könnten schließlich im Laufe der Zeit auch noch die anlagenmäßig weniger guten Sorten ausgemerzt, und damit könnte eine weitere Steigerung der Erbtüchtigkeit des Saatgutes erreicht werden. Besonders zur Saatgutbeschaffung wertvoller seltener Herkunftse unserer wichtigsten Holzarten, vor allem eben der Lärche, wäre dieser Weg zu empfehlen. Die vorhandenen Herkunftsversuche wären für die Auswahl der Pfropfreiser von nicht abzuschätzendem Wert. So wäre es binnen kürzester Frist (etwa 4 bis 6 Jahren) möglich, Saatgut bester Sudetenlärchentypen in ständig steigender Menge zu erzeugen. Versuche, auf diesem Wege erbmäßig gesichertes Saatgut der wichtigsten Holzarten

zu gewinnen, wurden bereits an verschiedenen Stellen in Angriff genommen

C. Notwendige und mögliche weitere Kreuzungsversuche

Während die für die vorliegenden Versuche verwendeten Bäume nur nach ihrem Phänotyp ausgewählt werden konnten, geben die Nachkommen dieser 7 Bäume bereits die Möglichkeit, mit sehr viel größerer Wahrscheinlichkeit auch bestimmte Genotypen zu erfassen. Das nun vorliegende Material ist sozusagen bereits genetisch etwas bekannter als seine Mütter und Väter. Damit ergibt sich zugleich die Möglichkeit, die Ergebnisse dieses Versuchs nachzuprüfen und einem sehr viel höheren Grad von Sicherung zuzuführen. So wird es insbesondere durch Auslese der wüchsigsten Typen aus den wüchsigsten Nachkommenschaften und durch Auslese der unwüchsigsten Typen aus den unwüchsigsten Nachkommenschaften der reinen Arten und durch entsprechende Kreuzungen dieser ausgewählten Typen miteinander möglich sein, die Frage der Art der genetischen Bedingtheit der Wüchsigkeit noch eindeutiger zu beantworten. Es müßte auf diese Weise zu erreichen sein, den niedrigsten und den höchsten Grad der Wüchsigkeit bei den reinen Arten und auch bei den Bastarden zu realisieren. Darüber hinaus stellt die Versuchsfläche ein außerordentlich reichhaltiges Ausgangsmaterial für die Klärung der Frage dar, welche Wüchsigkeit die Nachkommen der Bastarde sowohl bei Bestäubung mit Bastardpollen als auch bei Rückkreuzung mit den reinen Arten ergeben werden. Auch bei der Auswahl der Bastarde und reinen Arten für diese Kreuzungen sollte die Frage untersucht werden, welche Rolle die Wüchsigkeit der Eltern dabei spielt. Besonders wertvolle Aufschlüsse sind aus weiteren Selbstungen der durch Selbstung erhaltenen Nachkommen sowie aus Kreuzungen solcher Inzuchtstämme miteinander zu erwarten. Die Frage der Heterosiswirkung sowohl bei Kreuzung von Inzuchtstämmen der gleichen Art als auch der verschiedenen Arten miteinander wäre zu untersuchen, wobei ganz erhebliche Leistungssteigerungen erwartet werden können. Besonders verspricht eine Auslese der Kreuzungspartner nicht nur nach Wüchsigkeit, sondern auch nach guter Kronen- und Stammform wertvolle neue Erkenntnisse. Schließlich sollten auch Kreuzungen zwischen verschiedenen Lärchenherkünften durchgeführt werden, ähnlich wie das DENGLE (9) bei Kiefer getan hat, sowie Kreuzungen zwischen verschiedenen anderen Lärchenarten.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

1. *Larix leptolepis* und *europaea* sind parthenokarp (Entwicklung von Zapfen mit hohlen Samen ohne Befruchtung).

2. *Larix leptolepis* und *europaea* lassen sich nach jeder Richtung leicht miteinander kreuzen. Sie erweisen sich als weitgehend selbststeril, wobei aber individuelle und graduelle Unterschiede zu bestehen scheinen.

3. Die Nachkommenschaften aus Individualkreuzungen innerhalb der reinen und zwischen den beiden verschiedenen Arten weisen gesicherte genetische Unterschiede im Höhen- und Durchmesserzuwachs auf. Die Bastarde zwischen den beiden Arten sind wüchsiger als diese. Ihre Mehrleistung hält bis zum 13. Jahre nicht nur an, sondern erfährt sogar noch eine laufende absolute Erhöhung. Sie ist beim Durchmesser relativ stärker als bei der Höhe.

Ebenso ist das Luxurieren der Bastarde auf dem ungünstigeren Standort höher als auf dem günstigeren. Die Massenmehrleistung (Höhe \times Kreisfläche des Mittelstammes bei 1,3 m) gegenüber den reinen Arten beträgt auf Airstandort mindestens 40 bis 60%, auf *Vaccinium*-standort etwa 100 bis 150%.

4. Höhen- und Durchmesserwachstum sind weitgehend, jedoch offensichtlich nicht vollständig miteinander gekoppelt.

5. Als Kriterium für den Wert einer Nachkommenschaft wird statt der Höhen- und Durchmesserwerte der Mittelwert des höchsten und stärksten Drittels jeder Nachkommenschaft vorgeschlagen. Besonders die Nachkommenschaft der Kreuzung 4×7 (Bastard) erhält dabei eine andere Bewertung.

6. Auf Standortsveränderungen reagiert *leptolepis* am stärksten, *europaea* mit *europaeis* etwas schwächer, *lepteuropaea* am schwächsten. Auch sortenweise Unterschiede scheinen zu bestehen.

7. Die auf der Versuchsfläche freiständig erwachsenen Bäume zeigen im Gegensatz zu den Ertragstafelbeständen eine Abnahme der Schlankheit mit zunehmender Bodengüte und Stammhöhe. Ein Unterschied zwischen reinen Arten und Bastarden gleicher Höhe besteht insofern, als die Bastarde in den niedrigen Höhenklassen im allgemeinen schlanker sind als die reinen Arten. Dieser Unterschied verliert sich jedoch mit zunehmender Höhe.

8. Der Habitus der Bastarde steht deutlich zwischen *europaea* mit ihren verhältnismäßig schwachen, steil nach oben gerichteten Zweigen, die nur geringe Quirlbildung zeigen, und *leptolepis*, die durch deutlich ausgeprägte Quirle und starke, weit ausstreichende waagerechte Äste ausgezeichnet ist. Jedoch gibt es auch zahlreiche sortenweise Unterschiede zwischen den einzelnen Nachkommenschaften. So ähnelt der eine Bastard (4×7) außerordentlich der europäischen Lärche, andere neigen mehr *leptolepis* zu. Die Schaftform der Bastarde hält ebenfalls die Mitte zwischen den beiden reinen Arten. *Leptolepis* zeigt die beste, *europaea* die schlechteste Schaftform. Extreme Stammverkrümmungen, wie sie SCAMONI fand, zeigt keiner der Bastarde. Trauerformen sind sehr selten und treten nur bei *leptolepis* auf.

9. Die Rindenfarbe der einjährigen Triebe der Bastarde liegt zwischen dem Rostrot der *leptolepis* und dem grauen Gelb der *europaea*. Ebenso nimmt die Nadelfarbe eine Mittelstellung zwischen dem Blaugrün der *leptolepis* und dem Gelbgrün der *europaea* ein. Die Farbe der weiblichen Blüten der Versuchslärchen ist bei *leptolepis* grünlich mit blaßrotem Rand, bei *europaea* purpurblaßrot. Der Bastard blüht ziemlich leuchtend rosarot.

10. Die Bastardzapfen sind in der Form ebenfalls intermediär zwischen dem kugelförmigen Japanerzapfen mit zurückgeschlagenen Schuppen und dem mehr länglichen Europäerzapfen mit anliegenden Schuppen. Größtmäßig ist im Durchschnitt ein Luxurieren der Bastardzapfen zu beobachten.

11. Die Lärchen der Versuchsfläche blühten in sehr jugendlichem Alter, in einem Falle schon im 4. Lebensjahre. Es scheint neben der Ausbildung von männlichen und weiblichen Blüten schon im ersten Blühjahr eines Baumes auch vorzukommen, daß zunächst nur männliche oder nur weibliche Blüten entstehen. Individuelle und sortenmäßige Unterschiede im Eintritt der Blühbarkeit sind wahrscheinlich. Die am reichlichsten blühende Sorte

ist eine Bastardsorte. Die Bastarde bilden keimfähigen Samen aus.

12. Die stärksten Stämmchen beginnen mit dem Blühen. Zapfentragende und nichtzapfentragende Stämmchen weisen zwar in der Höhe keine gesicherten Unterschiede auf, mit reichlichem Zapfentragen ist aber eine Abnahme des Stärkenzuwachses verbunden, wodurch eine Schwächung und ein Schlankerwerden dieser Stämmchen erfolgt. Mit zunehmender Höhe und zunehmendem Alter wird der Unterschied zwischen Zapfen- und Nichtzapfenträgern geringer. In der Stammform sind die nichtzapfentragenden Individuen den zapfentragenden deutlich überlegen.

13. Nach noch unveröffentlichten Untersuchungen von Dr. MUDRICH öffnen sich die männlichen und weiblichen Blüten der reinen Arten und der Bastarde innerhalb jeder Sorte nahezu gleichzeitig mit einer leichten, aber nicht gesicherten Metandrie von 1 bis 2 Tagen. Die Blühzeiten der beiden reinen Arten überschneiden sich, die Bastarde blühen etwas früher. Der Nadelaustrieb beginnt ebenfalls nach MUDRICH meist nach Blühbeginn, doch kommt auch der umgekehrte Fall vor. Nach Aufschreibungen von Herrn ZAREMBA gibt es früh und schnell, früh und langsam, spät und schnell und spät und langsam austreibende Typen. Der Unterschied zwischen europaea und leptolepis ist am stärksten.

14. Der Pflanzenabgang ist bei den Bastarden am geringsten, etwas stärker bei europaea und am größten bei leptolepis.

15. Über die Anfälligkeit gegenüber dem Krebspilz *Dasyyscypha Willkommii* läßt sich auf Grund dieses Versuches noch nichts sagen. Bisher sind alle Sorten gesund.

16. Die Selbstungsnachkommen weisen einen deutlich herabgesetzten Höhenwuchs auf. Die beiden japanischen Nachkommenschaften zeigen dabei keine Schädigung der Wuchsform. Die Nachkommen der geselbsteten europäischen Lärche sind dagegen durch starke Inzuchterscheinungen (Verkrüppelungen), wohl als Folge des Homozygotwerdens rezessiver Gene, gekennzeichnet.

17. Die Auswahl der Kreuzungspartner nach dem Phänotyp war weitgehend eine solche nach dem Genotyp, so daß die Nachkommen der wüchsigen Eltern deutlich wüchsiger sind, als jene der unwüchsigen. Das gilt in gleicher Weise für die reinen Arten wie für die Bastarde. Bei ungünstiger Wahl der Kreuzungspartner kann der Fall eintreten, daß die Bastarde nur knapp die wüchsigsten reinen Arten erreichen.

18. Reziproke Unterschiede konnten nur in einem Falle, bei einer leptolepis-Individualkreuzung, nachgewiesen werden, im übrigen war es gleichgültig, welcher Elter als Vater und welcher als Mutter verwendet wurde.

19. Bastardvorkommen scheinen in der Praxis häufiger zu sein als bisher angenommen wurde. Offensichtlich enthält der in Schleswig-Holstein gewonnene japanische Lärchensamen nicht selten einen gewissen Prozentsatz von Bastarden.

20. Hinsichtlich der Versuchsflächenanlage wird vorge schlagen, bei Vorhandensein weniger Zuchtpflanzen dadurch zu vergleichbaren Ergebnissen zu kommen, daß die Zuchtsorten in den normalen Grundbestand in weitem Verbands eingeprengt werden.

21. Ob besserer oder schlechterer Standort den Genotyp schärfer hervortreten lassen, kann auf Grund des vorliegenden Materials nicht entschieden werden. Je nach den Ansprüchen einer Sorte an den Boden wird mög-

licherweise der eine wie der andere Fall eintreten können.

22. Die gefundenen Unterschiede in der Wüchsigkeit beruhen neben ihrer Umweltunterworfenheit und neben dem Zusammenwirken aller möglichen sonstigen Eigenschaften offensichtlich auf mehreren gleichsinnig wirkenden Faktoren.

23. Der Vergleich der Nachkommen aus Individualkreuzungen und von frei abgeblühten Bäumen, sowie eine ganze Reihe von anderen Beobachtungen sprechen dafür, daß in einem Bestand jeder Baum vorwiegend von seinen Nachbarn befruchtet wird, daß also nicht von einem befruchtenden Pollengemisch gesprochen werden kann.

24. Die genetischen Ursachen für das Luxurieren der Bastarde werden in einer größeren Heterozygotie der Bastarde gegenüber den reinen Arten gesucht. Größte Bastardleistung wird erwartet, wenn reine Arten aus räumlich getrennten klimatisch ähnlichen Gebieten miteinander gekreuzt und die Bastarde in ebensolchem Klima angebaut werden. Ist eine dieser Voraussetzungen nicht erfüllt, so wird das Wirksamwerden von sich multiplizierenden Hemmungsfaktoren angenommen, wodurch unter Umständen die Bastardwüchsigkeit unter das Wachstum der Eltern herabgedrückt werden kann. Auf diese Weise wird das von SCAMONI in Eberswalde festgestellte Nachlassen der Bastarde zu erklären versucht. Auf Grund der klimatischen Verhältnisse im Forstamt Gahrenberg wird angenommen, daß ein solches Nachlassen nicht eintritt. Eine Stütze für diese Ansicht bieten die in Schottland angebauten Bastarde, die bisher keinerlei Nachlassen bis zum 40. Jahre gezeigt haben.

25. Durch Anlage von Samenplantagen aus Pfropflingen ist eine Auswertung der Wüchsigkeit der Nachkommen bestimmter Kreuzungspartner für die Praxis möglich. Abgesehen von dieser speziell züchterischen Bedeutung solcher Plantagen wird noch auf die Möglichkeit hingewiesen, Saatgut besonders bewährter, seltener Herkünfte auf diese Weise zu gewinnen. Es werden die verschiedenen Methoden und Schwierigkeiten erläutert und die zu erwartenden Vorteile gegenüber dem Verfahren einer Individualauslese auf Grund von Nachkommenschaftsprüfungen dargelegt.

26. Durch weitere Kreuzungsversuche mit ausgewählten Individuen der hier beschriebenen F_1 wird es möglich sein, bessere Vererber ausfindig zu machen. Auch durch Herkunftskreuzungen und durch Vereinigung von Inzuchtlinien miteinander können größere züchterische Erfolge erwartet werden. Besonders aufschlußreich werden solche Versuche auch in theoretischer Hinsicht sein.

Literatur

- (1) ALLEN, G. S.: Parthenocarpy, parthenogenesis and self-sterility of Douglasfir. *J. For.* **40**, 642—644 (1942). — (2) ANONYMUS: Die forstliche Rassegesetzgebung des Deutschen Reiches. Herausgegeben im Auftrage des Reichsforstmeisters von der Gruppe und dem Reichsverband der Forstsaamen- und Forstpflanzenbetriebe. Carl Schönfeldts Buchdruckerei KG, Hamburg-Stellingen. — (3) ANONYMUS: Europäische Lärche \times japanische Lärche. *Allg. Forstztzshr.* **4**, 269—270 (1949). — (4) BEHRNDT, G.: Die bisherigen Ergebnisse der Individualauslese bei der Kiefer I. *Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss.* **6**, 402—417 (1935). — (5) BÜSCGEN-MÜNCH: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena: G. Fischer 1927, p. 50. — (6) BUSSE, J.: Zur Saatgutsortierung. *Ztschr. Forst- u. Jagdw.* **56**, 515—521 (1924). — (7) COAZ, J.: Kulturversuch mit ausländischen Holzarten in der Waldung des Schlosses Marschlins, Gemeindegebiet von Igis in Graubünden. Schweiz. *Ztschr. Forstw.* **68**, 1—14 (1917). — (8) DENGLER, A.: Künstliche Bestäubungsver-

- suche an Kiefer. Ztschr. Forst- u. Jagdw. 64, 513—555 (1932). — (9) DENGLE, A.: Über die Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen. Ztschr. Forst- u. Jagdw. 71, 457—484 (1939). — (10) DENGLE, A.: Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche (*Quercus sessiliflora* SMITH x *Quercus pedunculata* EHRH. bzw. *Robur* L.) und zwischen europäischer und japanischer Lärche (*Larix europaea* bzw. *decidua* x *Larix leptolepis* MURRAY bzw. *Kaempferi* SARGENT). Mitt. Akad. dtsh. Forstwiss. 1, 87—109 (1941). — (11) DENGLE, A.: Herkunfts- und Kreuzungsversuche im Versuchsgarten des Waldbauinstituts Eberswalde. Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 55, 157—169 (1942). — (12) DENGLE, A.: Ein Lärchenherkunftsversuch in Eberswalde. Ztschr. Forst- u. Jagdwes. 74, 152—179 (1942). — (13) EKLUNDH, C.: Artkorsningar inom sl. *Abies*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Larix*, *Pinus* och *Chamaecyparis*, tillhörande fam. Pinaceae. (Medd. fören. f. växtförädling av skogsträd Nr. 27.) Sv. Papp. Tidn. 46, 1—14 (1943). — (14) FABRICIUS, L.: Erbgut und Umwelt. Forstwiss. Cbl. 60, 206 (1938). — (15) GRUNDNER und SCHWAPPACH: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Nach den Arbeiten der forstlichen Versuchsanstalten des Deutschen Reiches und Österreichs. 7. Auflage. Berlin: Parey 1928. — (16) GUSTAFSSON, Å.: Genetik och växtförädling inom skogsbruket. Norrl. skogsv.-förb: s. Tidskr. 1949, 164—182. — (17) HENRY, A., and FLOOD, M. C.: The history of the Dunkeld Hybrid Larch, *Larix eurolepis*. Proc. Roy. Irish Acad. 35, Sect. B, 55—66 (1919). Ref.: Quart. J. For. 14, 61—67 (1920). — (18) JENSEN, H.: Flaskympningsmetoden och dess användbarhet inom skogsträdsförädlingen. (Medd. fören. f. växtförädling av skogsträd Nr. 24.) Sv. Papp. Tidn. 45 (1942). — (19) KAMLAH, H.: Notwendigkeit, Wege und Ziele einer forstlichen Pflanzenzüchtung. Züchter 1, 157—161 (1929). — (20) KAPPERT, H.: Die vererbungswissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Berlin und Hamburg: Parey 1948. — (21) KIELLANDER, C. L.: Om barrträdsförädling och barrträdsympning. Sv. Papp. Tidn. 48, 1—16 (1946). — (22) KÖRNICKE: Verhandl. d. Naturhistor. Ver. d. Preußen, Rheinl. u. Westf. 47, Korresp. Bl. 92 (1890). — (23) KUCKUCK, H.: Inzucht als genetisches Problem und Methode der Züchtung. Züchter 17/18, 391—402 (1946/1947). — (24) LAING, E. V.: Studies on the Genus *Larix* with particular reference to Hybrid Larch (*L. eurolepis* A. HENRY). Scott. For. J. 58, 6—32 (1944). — (25) LANGNER, W.: Untersuchungen über Lärchen-, Apfel- und Buchenkreb. Phytopatholog. Ztschr. 9, 111—146 (1936). — (26) LANGNER, W.: Züchtung auf Wüchsigkeit. Forstwiss. Cbl. 61, 313—318 (1939). — (27) LANGNER, W.: Der Saat-zuchtbestand. Dtsch. Forstw. 24, 170 (1942). — (28) LANGNER, W.: Der Saat-zuchtbestand. Zu den Einwänden von Dr. OLBERG gegen meinen Aufsatz in Nr. 33/34, S. 170. Dtsch. Forstw. 24, 275—277 (1942). — (29) LEVEN, J. K.: Some experiments in crosspollination of European Larch (*L. europaea* D. C.) and Japanese Larch (*L. leptolepis* MURRAY). Quart. J. For. 43, 57—66 (1949). — (30) LIESE, J.: Zur Frage der Bastardbildung zwischen *Pinus silvestris* und *Pinus montana*. Forstarch. 3, 202—205 (1927). — (31) LINDQUIST, B.: Genetics in Swedish forestry Practice. Sv. Skogsvärdförningens Förl., Stockholm (1948); The Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., U. S. A., (1948). — (32) LOCHOW, F. v.: Etwas über Forstpflanzenzüchtung. Züchter 1, 73—79 (1929). — (33) MESSE, H.: Die Waldsamenernte. Hannover: Schaper 1948. — (34) MICHAELIS, P.: Prinzipielles und Problematisches zur Plasmavererbung. Biol. Zbl. 68, 173—195 (1949). — (35) MUDRICH, H.: Die Jugendkrone der Lärche. Diplomarbeit Sommersemester 1948, Hann.-Münden, unveröffentlicht. — (36) MÜLLER-STOLL, W. R.: Beobachtungen über Wuchsform und Zapfenbildung bei vegetativ vermehrter Fichte. Züchter 17/18, 422—430 (1947). — (37) MÜNCH, E.: Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandt. Forstl. Jb. 84, 437—531 (1931). — (38) MÜNCH, E.: Das Lärchensterben. Forstwiss. Cbl. 58, 469, 537, 581, 631 (1936). — (39) MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. München: Bayer. Landwirtschaftsverlag 1949. — (40) OELKERS, J.: Waldbau Bd. I. Hannover: Schaper 1930. — (41) OLBERG, A.: Zu dem Aufsatz: Der Saat-zuchtbestand von Dr. LANGNER, Nr. 17/18, vom 27. 2. 1942. Dtsch. Forstw. 24, 170 (1942). — (42) OSTENFELD, C. H., and SYRACH LARSEN, C.: The species of the Genus *Larix* and their geographical distribution. Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biol. Meddel. 9 (1936). — (43) PASCHER-POHL: Handbuch der Naturwissenschaften. 4, p. 399. Jena: Fischer 1936. — (44) PLASSMANN, E.: Untersuchungen über den Lärchenkrebs. Neudamm: Neumann 1927. — (45) RIGHTER, F. J.: Pinus: The relationship of seed size and seedling size to inherent vigor. J. For. 43, 131—137 (1945). — (46) RIGHTER, F. J.: New perspectives in forest tree breeding. Science 104, 1—3 (1946). — (47) ROHMEDE, E.: Wachstumsbedingungen der aus Samen verschiedener Größenordnung entstandenen Pflanzen. Forstwiss. Cbl. 61, 42 (1939). — (48) ROHMEDE, E.: Kahlfächenaufforstung. Forstwiss. Praxis, Heft 1, München: Bayer. Landwirtschaftsverlag 1948. — (49) ROHMEDE, E.: Der geschlechtliche Dimorphismus als pflanzenzüchterisches Problem, dargestellt an den Wuchsleistungen männlicher und weiblicher Eschen. Forstwiss. Cbl. 68, 680—691 (1949). — (50) ROHMEDE, M.: Ergebnisse und Erfahrungen forstlicher Pflanzenzüchtung in Deutschland. Allg. Forstztschr. 2, 25—28 (1947). — (51) RUBNER-SWOBODA: Untersuchungen an Lärchenzapfen verschiedener Herkunft. Intersylva 4, 121 (1944). — (52) SCAMONI, A.: Die weitere Entwicklung der Kreuzungen zwischen *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* MURRAY in Eberswalde. Züchter 19, 192—196 (1949). — (53) SCAMONI, A.: Über die weitere Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen in Eberswalde. Züchter 20, 39—42 (1950). — (54) SCHLÖSSER, L. A.: Grenzen und Möglichkeiten der Forstpflanzenzüchtung. Mitt. Akad. dtsh. Forstwiss. 3, 106—135 (1943). — (55) SCHENCK, C. A.: Fremdländische Wald- und Parkbäume. Berlin: Parey 1939. — (56) SCHÖBER, R.: Die Lärche. Hannover: Schaper 1949. — (57) SCHÖNBACH, H.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Stellungnahme zur gleichnamigen Schrift Prof. E. MÜNCHS. Forstwirtschaft.-Holzwirtschaft. 3, 331—337 (1949). — (58) SCHOTT, P. C.: Forstsaamenbau. Dtsch. Forstw. 24, 127—129 (1942). — (59) SCHRÖCK, O.: Die Vererbung der Frühblüte der Kiefer. Züchter 19, 247—254 (1949). — (60) STOCKWELL, P., and RIGHTER, F. J.: Pinus: The fertile species hybrid between Knobcone and Monterey Pines. Madrono 8, 157—160 (1946). — (61) STOCKWELL, P., and RIGHTER, F. J.: Hybrid Forest Trees. Yearbook of Agriculture 1943—1947, 465—472. — (62) SYLVÉN, N.: Om pollineringsförsök med tall och gran. Medd. Statens skogsförsöksanst. 7, 219—228 (1910). — (63) SYRACH LARSEN, C.: Fra en Rejse i Skotland. Dansk Skovf. Tidsskr. 263—265 (1927). — (64) SYRACH LARSEN, C.: Forest Tree Breeding. Yearb. R. Vet. Agric. Coll., Copenhagen (1934). — (65) SYRACH LARSEN, C.: The employment of Species, Types and Individuals in Forestry. Yearb. R. Vet. Agric. Coll., Copenhagen (1937). — (66) TEDIN, O.: Biolog. Statistik. Hdb. Pflanzenzüchtg. 1, 361 (1938), Berlin: Parey. — (67) TISCHENDORF, W.: Wuchsgesetze von *Pinus silvestris*. Forstwiss. Cbl. 48, (1926). — (68) WEBER, E.: Einführung in die Variations- und Erblchkeitsstatistik. München: Lehmann 1935. — (69) WETTSTEIN, F. v.: Die natürliche Formenmannigfaltigkeit. Hdb. Pflanzenzüchtg. 1 (1938), Berlin: Parey. — (70) WETTSTEIN, W. v.: Selektion von Kiefern nach 4 Jahren. Züchter 19, 205—206 (1949). — (71) ZEDERBAUER, E.: Einige Versuche mit Bergföhre: Natürliche Kreuzungen zwischen Bergkiefer und Kiefer. Cbl. ges. Forstwes. 37, 297—310 (1911). — (72) ZEDERBAUER, E.: Versuche über individuelle Auslese bei Waldbäumen. 1. *Pinus silvestris*. Cbl. ges. Forstwes. 38, 197—204 (1912).