

Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D.C. und *Larix leptolepis* Gord.¹⁾

Von WOLFGANG LANGNER

Inhalt

Einleitung

- I. Die Durchführung des Kreuzungsversuches
 - A. Die Kreuzungspartner
 - B. Die Durchführung der Kreuzungen
 - C. Die Pflanzenanzucht, die Versuchsfläche und die Vermessungen
 - D. Die Sicherheit der Versuchs- und Auswertungsverfahren
 - II. Die Ergebnisse des Kreuzungsversuches
 - A. Die Befruchtung und Samenentwicklung
 - B. Der Pflanzenbefund
 1. Die Nachkommen aus Fremdbefruchtung (reine Arten und Bastarde)
 - a) Die sortenweisen und standortsbedingten Unterschiede der Wuchskraft
 - b) Das Verhältnis des Höhenwuchses zum Stärkenzuwachs
 - c) Habituelle und morphologische Unterschiede
 - d) Eintritt der Fruchtbarkeit
 - e) Zapfentragen und Wuchskraft
 - f) Zapfentragen und Stammform
 - g) Aufblühen und Austreiben
 - h) Pflanzenabgang
 - i) Krebsbefall
 2. Die Nachkommen aus Selbstungen
 3. Die Beziehungen zwischen Eltern und Nachkommen
 - III. Bastardvorkommen in der Praxis
 - IV. Diskussion
 - A. Fragen und Folgerungen wissenschaftlicher Art
 1. Die Anlage langfristiger züchterischer Versuchsflächen
 2. Die Art der genetischen Bedingtheit der Wuchskraft
 - a) Die reinen Arten
 - b) Die Bastarde
 3. Die Beständigkeit der höheren Bastardleistungen
 - B. Wege zu einer praktischen Auswertung der Versuchsergebnisse
 1. Die Anlage von Samenplantagen
 2. Individualauslese oder Auswahl guter Vererber durch Testkreuzungen
 - C. Notwendige und mögliche weitere Kreuzungsversuche
- Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse
Benutztes Schrifttum

Einleitung

In dieser Arbeit wird das Ergebnis von Kreuzungsversuchen mitgeteilt, die im Jahre 1936 am Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark) vom Verfasser ausgeführt wurden. Sie sollten einen Einblick in die Frage nach der Art der Veranlagung für die Wuchskraft geben. Hierbei wurde ein von BEHRNDT (4) veröffentlichter Befund bei Kiefer als Arbeitshypothese zu Grunde gelegt. BEHRNDT vermutet, daß die Wüchsigkeit durch mehrere gleichsinnig wirkende Faktoren beeinflusst wird und es deshalb möglich sein müsse, durch geeignete züchterische Maßnahmen schließlich die höchsten Stufen der Wüchsigkeit zur Abspaltung und praktischen Auswertung zu bringen. Außerdem wurden auch Ergebnisse hinsichtlich sonstiger individueller Unterschiede erwartet.

Gleichzeitig sollte eine Klärung des sich auf die Bastardierung zwischen *Larix europaea* und *leptolepis* be-

ziehenden Fragenkomplexes herbeigeführt werden, der seit dem ersten Auftreten dieses Bastardes immer mehr an Interesse erlangt hat.

Das älteste Entstehungsdatum dieses Bastardes, dessen Geschichte insofern mitteilenswert ist, als auf ihr eine wichtige Züchtungsmethode aufbaut, gibt LAING (24). Nach ihm entstanden die ersten Pflanzen dieser Art um 1885 als Nachkommen von 10 japanischen Allee-Lärchen im Park von Dunkeld, die entweder von den „Eltern-Lärchen von Dunkeld“ oder von jungen, gut gewachsenen benachbarten europäischen Lärchen befruchtet wurden. Die ersten bekannt gewordenen Bastarde entstanden nach der Darstellung von LEVEN (29) dagegen erst im Jahre 1900 aus Samen einer der erwähnten 10 japanischen Lärchen. Diese wurden erstmals von ELWES und HENRY im Jahre 1907 beschrieben und erhielten seit der Veröffentlichung von HENRY und FLOOD (17) im Jahre 1919 die Bezeichnung *Larix eurolepis* HENRY. Über diese „Hybrid Larch“ wurde noch mehrmals berichtet, so insbesondere von SYRACH LARSEN (63, 65). Immer wieder, zuletzt in ihrem 26. Lebensjahre, wurde festgestellt, daß diese Bastarde sich durch besonders große Wüchsigkeit vor den beiden reinen Arten auszeichneten.

Natürliche Bastarde ebenfalls zwischen *Larix leptolepis* als Mutter und *europaea* als Vater wurden 1916 von COAZ (7) in Marschlins in Graubünden, reziproke Bastarde zwischen *europaea* als Mutter und *leptolepis* als Vater 1925 nach OSTENFELD und SYRACH LARSEN (42) in Dänemark im Frijsenborg-Forst aufgefunden.

Nach EKLUNDH (13) beschreibt PEDERSEN 1933 die ersten künstlichen Kreuzungen zwischen *Larix europaea* und *leptolepis* und umgekehrt, die bereits 1914 in Schottland ausgeführt wurden. LEVEN (29), der selbst 1924/25 reziproke Kreuzungen herstellte, berichtet von weiteren durch STEWART im Jahre 1927 und durch LAING im Jahre 1939, die sämtlich luxurierendes Wachstum aufwiesen. SYRACH LARSEN (65) stellte 1934 künstliche Bastarde verschiedener Lärchenarten in größerem Umfange her und bestätigte ebenfalls diese Ergebnisse. Ebenso wurden 1941 verschiedene Lärchenarten von EKLUNDH (13) miteinander erfolgreich gekreuzt. In Deutschland griff DENCLER (10) dieses Problem auf. Seine 1935 durchgeführten Kreuzungen zwischen japanischen und europäischen Lärchen sowie ein Versuch aus dem Jahre 1933, der zunächst als mißglückt angesehen war, bestätigten die zurückliegenden Befunde. Er bezeichnete im Gegensatz zu der bisherigen Gepflogenheit Kreuzungen zwischen *Larix europaea* und *leptolepis* nicht allgemein als *Larix eurolepis*, sondern unterschied zwischen der Kreuzung *Larix europaea* als Mutter mit *Larix leptolepis* als Vater und der Gegenkreuzung. Nur die erste nennt er *Larix eurolepis*, die Gegenkreuzung *Larix leptoeuropaea*. Nach ihm müßte die schottische *Larix eurolepis* HENRY daher *Larix leptoeuropaea* heißen. In dieser Arbeit wird bei der Benennung der Bastarde nach dem DENGLERSchen Vorschlag verfahren, ohne damit einer nomenklatorischen Festlegung das Wort reden zu wollen.

Die Ergebnisse des Kreuzungsversuches werden schließlich durch Beobachtungen aus der Praxis ergänzt und

¹⁾ Vorliegende Arbeit ist die gekürzte Fassung der Habilitationsschrift des Verfassers, welche der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg vorliegt.

nach den Möglichkeiten ihrer wissenschaftlichen und praktischen Auswertung und Fortentwicklung diskutiert.

Die Bezeichnungen *Larix europaea* und *leptolepis* wurden an Stelle der nach den internationalen Nomenklaturregeln gültigen Namen *Larix decidua* MILLER und *Larix Kaempferi* (LAMB.) SARGENT (OSTENFELD und SYRACH LARSEN [42]) verwendet, weil sie in Kreisen des praktischen Waldbaues in Deutschland die üblichen sind.

Da nach vererbungswissenschaftlicher Gepflogenheit gemischterbige Organismen ganz allgemein als Bastarde gelten, sind an sich nicht nur die Kreuzungen zwischen den beiden Arten, sondern auch die Kreuzungen zwischen Individuen der gleichen Art hierher zu rechnen. Wenn im folgenden die Bezeichnung Bastard den Kreuzungen zwischen den beiden Arten vorbehalten wird, so geschieht dies lediglich, um sie von den übrigen Kreuzungen zu unterscheiden.

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchungen behilflich waren. Es sind dies wegen der über ein Jahrzehnt reichenden Versuchsdauer so viele, daß es zu weit führen würde, sie hier im einzelnen zu nennen.

I. Die Durchführung des Kreuzungsversuches

A. Die Kreuzungspartner

Entsprechend dem eingangs geschilderten Versuchszweck wurden 5 japanische und 2 europäische, etwa zwölfjährige Lärchen verschiedener Größe und Stärke ausgewählt, die offensichtlich infolge freiständiger Entwicklung bereits in diesem frühen Entwicklungsstadium reichlich Blütenansatz zeigten. Die japanischen Lärchen standen von den europäischen etwa 4 km entfernt, so daß mit großer Wahrscheinlichkeit auch bei freiem Abblühen der weiblichen Blüten nicht mit einer Bestäubung durch die andere Art gerechnet werden konnte. Da sie auf gleichmäßigem Boden stockten, war zu vermuten, daß die außerordentlichen Wuchsunterschiede auf innerer Veranlagung beruhten und durch Kreuzung dieser verschiedenartigen Typen untereinander die Frage der genetischen Bedingtheit der Wüchsigkeit einer Klärung zugeführt werden könne.

Als Weiser für die Wuchskraft dieser 7 Versuchsbäume wurden bei der Auswertung der Versuche ihre Höhen im Jahre 1941 genommen. Sie betragen:

- Baum 1 (*Larix leptolepis*): 540 cm
- Baum 2 (*Larix leptolepis*): 550 cm
- Baum 3 (*Larix leptolepis*): 330 cm
- Baum 4 (*Larix leptolepis*): 430 cm
- Baum 5 (*Larix leptolepis*): 630 cm
- Baum 6 (*Larix europaea*): 760 cm
- Baum 7 (*Larix europaea*): 370 cm

Über den sonstigen Phaenotyp der Versuchslärchen lassen sich nur noch einige Angaben aus dem Gedächtnis machen, weil durch Kriegseinwirkungen das gesamte photographische Material und auch sonstige Aufzeichnungen verlorengegangen und neuerliche Aufnahmen z. Z. nicht möglich sind. Sowohl die japanischen wie die europäischen Lärchen waren dem Erinnern nach typisch für ihre Art (vgl. Abbildungen 13 u. 15). Die japanischen Lärchen zeigten im Gegensatz zu ihren Nachbarbäumen keinerlei Anzeichen von Schädigungen durch Trockenheit. Die europäischen Lärchen wiesen an den Zweigen verschiedentlich Krebsbefall und, wenn auch nur sehr schwach, die Symptome der sogenannten aufsteigenden

Zweigdürre (37) auf. Nach ihrem gesamten Habitus müssen sie als Nachkommen einer alpinen Herkunft angesprochen werden. Die beiden Lärchen stehen unmittelbar nebeneinander, die unwüchsige wurde von der wüchsigen und anderen Nachbarbäumen ziemlich stark bedrängt. Auffällig waren ihre steil nach oben gerichteten dünnen Zweige.

B. Die Durchführung der Kreuzungen

Es wurden, soweit die Blütenansatzverhältnisse das gestatteten, sämtliche möglichen Kreuzungen zwischen den ausgewählten Partnern durchgeführt. Darin besteht der wichtigste Unterschied zu dem Versuch DENGLERS (10), der lediglich den Zweck verfolgte, das bereits bekannte Luxurieren der Bastarde festzustellen, und infolgedessen den Pollen der benutzten beiden japanischen und der drei europäischen Lärchen als Mischpollen verwendete und später auch den gewonnenen Samen der verschiedenen Mütter jeder Art nicht auseinander hielt. Ein Teil der Blüten blieb unbefruchtet, um die Sicherheit der angewandten Bestäubungsmethode beurteilen zu können, ein anderer Teil wurde weder eingetütet noch befruchtet. In Anlehnung an die Methoden bei der landwirtschaftlichen Züchtung wurde, im wesentlichen nach den Vorschlägen SYRACH LARSENS (64), bei der Durchführung der Kreuzungen folgendermaßen verfahren:

Noch bevor die Schuppen der Blütenknospen sich geöffnet hatten, wurden an jedem Baum möglichst viele weibliche Blüten, kenntlich an ihrer länglichen Form, in Pergamintüten eingeschlossen. Die Abdichtung der Tüte an der Zweig-eintrittsstelle erfolgte durch Watte. In der Nähe der weiblichen Blütenknospen stehende männliche, die eine mehr kugelförmige Gestalt haben, wurden entfernt, so daß in jeder Tüte nur weibliche Blüten waren. Die Tüte wurde mit Nummernschild bezeichnet. In der Zeit bis zum Aufblühen der weiblichen Blüten wurden von den gleichen Bäumen Zweige mit männlichen Blüten ins Zimmer gestellt, um Pollen zu gewinnen. Der Pollen wurde baumweise getrennt aufbewahrt. Sobald die Blüten für den Pollen aufnahmefähig (fängisch) wurden, was am Sperren der Fruchtschuppen zu erkennen ist, wurde die Befruchtung mit einer Injektions-spritze vorgenommen. In den Behälter für die Injektions-flüssigkeit kam der gewünschte Pollen. Zur Befruchtung



Abb. 1. Bestäubung von in Pergamintüten eingeschlossenen weiblichen Blüten mittels Injektionsspritze. Phot. LANGNER.

wurde mit der Injektionskanüle die Tüte angestochen, und durch einen leichten Druck auf den Kolben der Spritze wurde die Blüte in eine kleine Pollenwolke gehüllt (Abb. 1). Sodann wurde die Injektionskanüle wieder herausgezogen und das kleine Anstichloch mit einem Papierpflaster verschlossen. Die als Kontrollen für die Brauchbarkeit der Methode eingetüteten weiblichen Blüten blieben unberührt.

Nach dem Verwelken der Blüten wurden die Tüten entfernt. Dabei wurde genau verzeichnet, ob die Tüte noch voll intakt war oder ob sie ein Loch aufwies. Sofort nach der Reife wurden die Zapfen geerntet. Außer den Zapfen, die sich aus eingetüteten Blüten entwickelt hatten, wurden auch jene jedes Mutterbaumes gepflückt, die aus nicht eingetüteten und nicht künstlich bestäubten Blüten entstanden waren.

C. Die Pflanzenanzucht, die Versuchsfläche und die Vermessungen

Die entstandenen Samen wurden im Müncheberger Institutsgewächshaus im Frühjahr 1937 in Papptöpfen ausgesät. Nach vollendeter Keimung wurden die Töpfe in Mistbeefenster gesetzt. Die einjährigen Pflanzen wurden im Frühjahr 1938 in einem Kamp der Zweigstelle der Müncheberger Abteilung für Forstpflanzenzüchtung in Joachimsthal verschult. Im Frühjahr 1939 waren 2008 Pflanzen folgender Sorten vorhanden:

Larix leptolepis

Blüten nicht eingetütet, nicht künstlich befruchtet:

B 1, B 2, B 3, B 4, B 5.

Kreuzbefruchtung, Blüten eingetütet:

1 x 2, 2 x 1, 1 x 3, 3 x 1, 2 x 3, 3 x 2, 4 x 5.

Selbstbefruchtung, Blüten eingetütet: 2 x 2, 5 x 5.

Larix europaea

Blüten nicht eingetütet, nicht künstlich befruchtet:

B 6, B 7.

Kreuzbefruchtung, Blüten eingetütet: 7 x 6, 6 x 7.

Selbstbefruchtung, Blüten eingetütet: 6 x 6.

L. lepteuropaea

Kreuzbefruchtung, Blüten eingetütet.

2 x 6, 4 x 6, 4 x 7, 5 x 6, 5 x 7.

L. eurolepis

Kreuzbefruchtung, Blüten eingetütet:

6 x 4, 6 x 5, 7 x 4, 7 x 5.

Bastard unbekannter Eltern (Versuchsfehler?)

Unbestäubt, Blüte eingetütet: W 253.

Mit diesen Pflanzen wurde im gleichen Frühjahr eine Versuchsfläche im Distrikt 195/196 des Lehrforstamtes Gahrenberg der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen in Hann.-Münden angelegt. Die auf dieser Fläche 1949 noch vorhandenen Stämmchen wurden mit Ölfarbennummern und Meßkreuzen in 1,3 m Stammhöhe versehen.

Die Verteilung der einzelnen Sorten zeigt nach dem Stande vom Herbst 1949 der Lageplan (Abb. 2). Die Pflanzen, die aus Samen solcher Zapfen hervorgegangen sind, deren Isoliertüte bei ihrer Abnahme ein Loch aufgewiesen hatte (Sortenbezeichnung mit 1 in Klammern), wurden getrennt von den übrigen (Sortenbezeichnung mit gz in Klammern) angepflanzt. Soweit größere Pflanzenzahlen vorhanden waren, wie bei den Kreuzungen 1 x 3, 2 x 1 und 5 x 6 sowie bei den Nachkommen der frei abgeblühten Bäume 3 und 6, wurden zwei bzw. bei Baum 6 drei Teilflächen damit bepflanzt in der Absicht, durch diese weit voneinander entfernt angelegten Parzellen einen Anhalt über die Bodenverschiedenheiten zu gewinnen. Diese Teilflächen tragen die Ziffern (1), (2) oder (3) hinter der Sortenbezeichnung. Die Sorte 7 x 5 ist auf dem Plan mit *leptolepis* X x Y bezeichnet, weil sich spä-

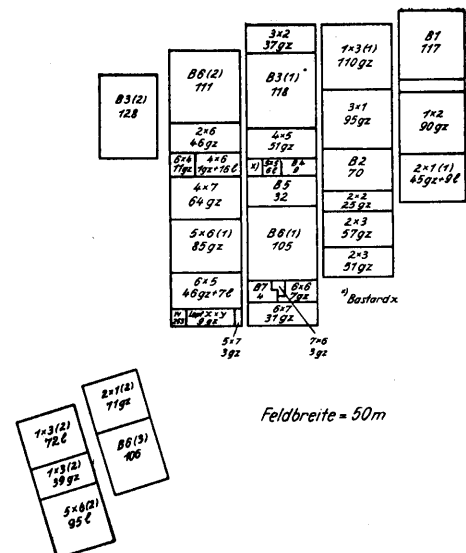


Abb. 2. Lageplan der Versuchsfläche Forstamt Gahrenberg, Distrikt 195/196.

ter herausstellte, daß die Pflanzen dieser Sorte, die *eurolepis* sein mußten, reine *leptolepis* waren. Außerdem stellte es sich heraus, daß die beiden Bäume 5 x 5 gz in Wirklichkeit Bastarde waren, weshalb sie auf der Karte als Bastard X bezeichnet sind. Von der Beigabe einer besonderen Vergleichssorte mußte wegen Pflanzenmangels abgesehen werden.

Der Abstand der Lärchen in der Reihe und der Reihen voneinander beträgt 5 m. Die Zwischenräume zwischen den Lärchen wurden mit Fichten so komplettiert, daß im Ganzen ein 2,5-m-Quadratverband entstand. Sie wurden bis auf wenige Reste im Jahre 1949 entfernt, damit die Lärchen weiter als Solitärbäume erwachsen können, weil im Freiland entwickelte Bäume eine besonders gute Beurteilung darüber zulassen, inwieweit ihre äußere Form umwelt- bzw. erbbedingt ist. Vor allem gilt das für Astigkeit, Aststellung, Geradwüchsigkeit und für den Gesamthabitus. Außerdem sollte durch den weiten Verband ein frühes und reichliches Blühen und Fruchten erreicht werden, um möglichst bald Kreuzungen in der zweiten Generation ausführen zu können.

Die erste Höhenmessung erfolgte im Herbst 1938 im Verschulkamp, wobei die Höhe im ersten und zweiten Lebensjahre an jeweils einer größeren Anzahl von Pflanzen ermittelt wurde. Im Herbst 1941 wurden auf der Versuchsfläche die Höhen im vierten und fünften Lebensjahre, im Herbst 1947 und 1949 die Höhen und Durchmesser der 11- und 13jährigen Lärchen und 1947 die Höhen der zwischengepflanzten Fichten festgestellt. Außerdem wurde sowohl 1947 als auch 1949 unter jedem gemessenen Baum die Bodenflora beschrieben und dabei gefunden, daß im wesentlichen zwei zusammenhängende Standortkomplexe auf der Fläche vorhanden sind: eine mit *Aira* und eine kleinere mit *Vaccinium* bestockte Teilfläche. Bei der Auswertung wurde nach diesen beiden Standorten, und zwar nach dem Befund des Jahres 1947, der in einigen wenigen Fällen von dem des Jahres 1949 abweicht, unterschieden. Dabei wurden Stämme im Teilgebiet der einen Standortsform, in deren unmittelbarer Umgebung sich die andere Standortsform vorfand, dieser zugerechnet. Bäume, in deren unmittelbarer Umgebung eine andere Flora als *Aira* und *Vaccinium* vorherrschte (hauptsächlich Adlerfarn, Rubusarten und

Moose), wurden nicht berücksichtigt, weil es sich dabei nur um einige kleinere Vorkommen handelte, die keine gesicherten Ergebnisse erwarten lassen (1947 insgesamt 26 Bäume auf Adlerfarngebiet, 50 Bäume auf Rubusflächen und 3 auf Moosplätzen). Ferner wurden die Werte aller jener Pflanzen außer Berechnung gelassen, die irgendwelche Beschädigungen aufwiesen, sei es, daß sie ihren Mitteltrieb verloren hatten oder Zwieselwuchs zeigten, sei es, daß sie von Weichlaubhölzern überwachsen und in ihrer Entwicklung gehemmt worden waren. Bäume, die ohne ersichtlichen Grund zurückgeblieben waren oder die vom Normalen abweichende Formen zeigten (z. B. Trauerformen), wurden jedoch mitberücksichtigt.

D. Die Sicherheit der Versuchs- und Auswertungsverfahren

Entscheidend für die gesamten Untersuchungen war die Frage, ob die Isolierung der weiblichen Blüten rechtzeitig und vollständig genug erfolgte, um ungewollte andere Befruchtungen auszuschalten. Wie bereits erwähnt, wurde zur Klärung dieser Frage eine große Anzahl von weiblichen Blüten zwar eingetütet, aber nicht bestäubt. Das Ergebnis dieser Kontrollen war, daß sich in den voll entwickelten Zapfen bis auf einen Fall nur hohle Samen befanden. Da ein Teil dieser Tüten bei der Entfernung beschädigt war, wurde angenommen, daß auch die übrigen beschädigten Tüten unerwünschten Pollen abgehalten haben, weshalb von einer gesonderten Auswertung der Sorten (l) und (gz) abgesehen wurde. Bei den im Plan mit X x Y und Bastard X bezeichneten Sorten liegen offensichtlich grobe Verwechslungen vor, die Zweifel an der Sicherheit der Methode nicht begründet erscheinen lassen. Die Annahme eines hohen Sicherheitsgrades der angewandten Methode erhält besonders auch dadurch ihre Berechtigung, daß sich unter den künstlich hergestellten Bastarden mit Ausnahme der offenbar groben Verwechslung bei der Kreuzung 7 x 5 (X x Y) keine Vertreter einer reinen Art finden ließen.

Die Durchführung einer Fehlerrechnung (WEBER 68) ist lediglich für die Werte im 11. und 13. Jahre möglich, weil die Einzelmessungen der früheren Jahre durch Kriegseinwirkungen verlorengegangen sind. Neben der Berechnung des Wertes V (Variabilitätskoeffizient) zur Charakterisierung der Streuung wurde zur Feststellung von Unterschieden zwischen den einzelnen Sorten der Quotient D/mD ermittelt. Wenn dieser Wert größer als 3 war, wurde der Unterschied für gesichert gehalten. Soweit diese Werte unter 3 liegen, kann selbstverständlich nicht ohne weiteres der Schluß gezogen werden, daß Sortenunterschiede nicht bestehen. Sehr oft zeichnen sich bei der Betrachtung mehrerer Sorten in der Natur ganz deutlich Unterschiede ab, die jedoch einer rechnerischen Diskussion nicht standhalten. Wenn man einer steigenden oder fallenden Reihe von Unterschieden (z. B. in der Höhenentwicklung) in der Natur gegenübersteht, kommen oft keinerlei Zweifel über die anlagemäßige Verankerung solcher Unterschiede. Bedenken kommen jedoch nicht selten bei der rechnerischen Überprüfung. Eine erneute Ortsbesichtigung bekräftigt dann meist wieder den ersten Eindruck. Der diagnostische Wert einer Fehlerrechnung liegt eben, wie das auch F. v. WETTSTEIN (69) und TEDIN (66) betonen, mehr auf der positiven als auf der negativen Seite. In der Natur beobachtete, genetisch wirklich vorhandene Unterschiede können wohl bestätigt

werden, nicht aber kann aus der Feststellung mangelhafter fehlerstatistischer Sicherung in jedem Falle geschlossen werden, daß diese Unterschiede nicht bestehen.

Eine weitere wichtige Frage ist die, ob die Werte, die an den auf Aira- oder Vacciniumstandort stockenden Lärchen ermittelt wurden, je für sich untereinander vergleichbar sind oder nicht. Da anzunehmen ist, daß die Bewachung mit verschiedenen Standortsfloren zugleich ein Ausdruck vorhandener Bodenverschiedenheiten ist und somit von dieser Seite her eine Beantwortung dieser Frage zu erwarten war, wurde Herr Professor Dr. GANSSEN gebeten, die Standortverhältnisse der Fläche zu untersuchen. Seine Ergebnisse sind nachfolgend abgedruckt:

Die Standortverhältnisse auf der Lärchenversuchsfläche im Forstamt Gahrenberg, Distrikt 195/196

Bearbeitet von Professor Dr. R. GANSSEN, Freiburg i. Br.

1. Die Lage

Die Fläche hat ihre größte Längenausdehnung in der Nord-Südrichtung auf einer allgemein nach Norden und in geringem Ausmaße auch nach Osten unregelmäßig abfallenden, welligen Hochebene. Ihre höher gelegene Hälfte im Süden weist nach NON 8%, nach N 5 bis 10% Gefälle auf, das in der Nordhälfte nach N auf 17 bis 20% ansteigt, nach ONO auf 2 bis 5% zurückgeht. Der höchste Punkt liegt in der Südspitze der Fläche bei 377,5 m über NN, der niedrigste Punkt auf der Nordostspitze bei 325 m über NN.

2. Geologie und Standortformen

Die Bodenbeurteilung erfolgte auf Grund von 26 Einschlägen. Als Gesteinsart wurde mittlerer, grober Buntsandstein festgestellt, der teilweise von Lößresten bedeckt ist. Je nach fehlender oder vorhandener Lößbedeckung und Relief ergaben sich im wesentlichen vier verschiedene Standortformen:

- Braune, nicht gebleichte Böden auf Sandstein mit Lößresten, zumeist auf sehr geringem Hang oder in fast ebener Lage. Kein Rohhumus und kein Grusanteil im Oberboden (etwa 17% der Gesamtfläche). Mit diesem sind durch alle Übergänge und enge Verzahnung verbunden
- mäßig bis schwach gebleichte Böden, ebenfalls auf Sandstein mit geringeren Lößresten. Grusanteil der Oberkrume etwa 10%, der erst im flachen Untergrund etwas stärker wird (etwa 60% der Gesamtfläche).
- Stark grusige (bis 60% Grusanteile — über 2 mm Durchmesser — in der Oberkrume), sandige und steinige Böden, gebleicht, ohne oder fast ohne Lößreste, durchlässig, trocken (etwa 16% der Gesamtfläche). Auf der Fläche gekennzeichnet durch z. T. große Sterbelücken der Lärchen und der zwischengepflanzten Fichten.
- Stauwasserbeeinflusste, weißbröstig gefärbte und gefleckte Böden auf ebener Lage und in kleinen Mulden. Stets viel Lößreste. Grusanteil nur sehr gering (etwa 5%). Oft Bodenwasserstau und Vernässung im Frühjahr, übermäßige Austrocknung im Laufe der Vegetationszeit (etwa 7% der Gesamtfläche).

3. Die Ausscheidung standortgleicher Flächenteile innerhalb der Gesamtfläche

Für die Auswertung des Versuchsmaterials ist es von Wichtigkeit, einen Anhalt darüber zu gewinnen, welche Flächenteile als nahezu standortgleich angesehen werden können und ob dies insbesondere für die vom Versuchsansteller ausgeschiedenen zwei Florentypen (Aira und Vaccinium) der Fall ist. Das ist besonders deshalb so nötig, weil durch den Mangel an genügend großen Pflanzenmengen zweifellos bestehende Ungleichheiten auf der Fläche nicht durch mehrfache Wiederholungen oder durch Beifügung einer Kontrollsorte ausgeglichen werden konnten.

Bei Prüfung dieser Frage von der bodenkundlichen Seite aus ergab sich, daß von den ausgeschiedenen Standortformen a und b praktisch als eine Einheit und die auf diesen

beiden Formen stockenden Versuchsstämme als auf gleichem Boden wachsend betrachtet werden können. Es sind im wesentlichen die Flächen, die vorwiegend mit *Aira* bewachsen sind. Getrennt davon ist die Fläche c zu behandeln, die das *Vaccinium*-gebiet umfaßt. Die verhältnismäßig kleinen Flächen wasserbeeinflusster Böden d, die ebenfalls unbedingt getrennt ausgewertet werden müssen, lassen sich nur sehr schwer mit bestimmten Florentypen in Übereinstimmung bringen. Sämtliche Nummern von B 6 (2) auf *Aira*, *Vaccinium* und Farn, die Nummern 352 bis 389 von B 3 (2) auf *Vaccinium* und *Aira* sowie die Nummern 129 bis 163 der Sorte 1 x 3 (2) auf *Aira* und *Vaccinium* gehören etwa in dieses Gebiet. Das Vorkommen und Ausbleiben von *Rubus*-arten hängt offenbar mit dem stärkeren oder geringeren Anteil an Lößresten zusammen.

Da die bodenkundliche Untersuchung sich auf verhältnismäßig nur wenige Bodeneinschläge stützt, während die Ausscheidung nach den mit *Aira* oder *Vaccinium* bestockten Flächen sehr engmaschig erfolgte, und da sich die beiden großen *Aira*- und *Vaccinium*-flächen weitgehend mit den Flächen a und b einerseits und c andererseits decken, wird die vom Versuchsansteller gewählte Art der Auswertung innerhalb des *Aira*- und *Vaccinium*-gebietes als zulässig angesehen, wobei zweckmäßigerweise die auf d stockenden Lärchen (Teile von B 3 [2], 1 x 3 [2] und B 6 [2]) insgesamt nicht zu berücksichtigen wären. Es dürfte sich daher eine nach diesen beiden Bodentypen (a und b bzw. c) getrennte Auswertung der Meßergebnisse erübrigen. Was für die Lärchen auf *Aira*- und *Vaccinium*-standort nach Ausschaltung der auf d stockenden Pflanzen festgestellt wird, kann im großen und ganzen zugleich als Ergebnis für die Standortformen a und b bzw. c gelten.

Dieses Ergebnis der GANSENSCHEN Untersuchung, dem durch Fortlassung der in Frage kommenden Pflanzen (B 3 [2] und B 6 [2] insgesamt, von 1 x 3 [2] die Bäume Nr. 129 bis 163) bei der Auswertung Rechnung getragen wurde, bestätigt die Richtigkeit der Annahme, daß die mit *Aira* bzw. mit *Vaccinium* bestockten Flächen jede in sich als genügend gleichmäßig angesehen werden können, um Wachstumsunterschiede innerhalb dieser Flächen als nicht bodenbedingt ansehen zu müssen. Überdies ergeben sich auch nur geringe, innerhalb der Fehlergrenzen liegende Unterschiede zwischen der Wuchseistung auf den Parallelfächen jener Sorten, die auf mehreren, weit auseinander liegenden Flächen gleicher Standortflora angebaut worden waren (1 x 3, 2 x 1, 5 x 6, B 6). Auch die Meßergebnisse an den zwischengepflanzten Fichten lassen die durchgeführte Auswertung des Materials nach Flächen gleicher Bodenflora als berechtigt erscheinen.

II. Die Ergebnisse des Kreuzungsversuches

A. Befruchtung und Samenentwicklung

Die Auswertung des Zapfenanhangs und der Samenausbeute ergaben einige interessante Aufschlüsse, die bereits 1941 in einem Bericht an die Deutsche Forschungsgemeinschaft zusammengefaßt wurden. Inzwischen sind leider die Unterlagen für diese Ergebnisse durch Kriegseinwirkung verlorengegangen, so daß hier nur die folgenden, in diesem Bericht enthaltenen Endergebnisse veröffentlicht werden können.

a) Die Blüten der japanischen wie der europäischen Lärche entwickeln sich auch ohne Befruchtung zu normalen Zapfen, die aber nur hohle Samen enthalten (Parthenokarpie-Kenospermie nach PASCHER-POHL [43]), eine Erscheinung, die schon KÖRNICKE (22) beobachtete und die SYRACH LARSEN (65) bei *Larix Kaempferi* (*leptolepis*) bestätigte. Ebenso konnte KURDIANI, zitiert nach RUBNER-SWOBODA (51) zeigen, daß nichtbefruchtete Zapfen hohle Körner enthielten. Durch Bestäubungsversuche konnte von ihm außerdem festgestellt werden, daß der Hohlkornanteil weitgehend von der Bestäubungsmöglichkeit abhängig ist, worauf bereits TYSKEWICZ,

zitiert nach RUBNER-SWOBODA (51) hinwies und was von RUBNER-SWOBODA selbst auf Grund eigener und anderer Beobachtungen bestätigt wird. Aus allen diesen Tatsachen erklärt sich die bei der Lärchensamengewinnung beobachtete geringe Samenausbeute in Jahren schlechten Zapfenansatzes, weil in solchen Jahren meist nur eine geringe Befruchtung erfolgt. Nach KURDIANI ist auch bei Kiefer die Bestäubungsmöglichkeit für den Hohlkornanteil ausschlaggebend. Parthenokarpie konnte jedoch nach DENGLER (8) und LIESE (30) bei *Pinus silvestris* und *montana* in der Regel nicht festgestellt werden. Unbefruchtete Zapfen vertrockneten bei den Versuchen von DENGLER (8) und wurden meist schon im Herbst oder Winter des ersten Jahres abgestoßen. Nur in einem Fall entwickelten sich bei *Pinus silvestris* (franz. Herkunft) zwei in einem Beutel isolierte unbefruchtete Blüten zu normalen Zapfen, von denen sich in einem kein einziges Samenkorn, vielmehr nur mit dem Schuppen verwachsene Samenflügel befanden, während in dem anderen zwei bereits angekeimte, aber nicht zu Pflanzen entwicklungsfähige Samen vorhanden waren. Der erste Fall ist schwer zu deuten und in keine bisher bekannte Erscheinung einzuordnen; für den zweiten Fall glaubt DENGLER Parthenospermie (richtiger wohl Apomixis) vermuten zu dürfen. Als normaler Zustand der Art wurde Parthenokarpie bei Douglasie von ALLEN (1) festgestellt.

b) Der Samenansatz der künstlich befruchteten Blüten ist in der Regel stärker als jener der frei abgeblühten Zapfen. Daraus muß geschlossen werden, daß das „Tütenklima“ keine Schädigung der Zapfenentwicklung zur Folge hat, eine Feststellung, die auch DENGLER (54: Aussprache zu dem Vortrag SCHLÖSSERS) machte. Auch konnte nicht beobachtet werden, daß in den Tüten stärkere Frostschädigungen aufgetreten wären. Lediglich Blüten, die die Tütenwand von innen berührten, zeigten an der Berührungsstelle Schädigungen, die möglicherweise auf Frost zurückgeführt werden könnten. Der Gesamteindruck war vielmehr eher der, daß die Tüte einen gewissen Schutz gegen Unterkühlung bedeutete.

c) Die Kreuzungen zwischen den ausgewählten Typen der japanischen und europäischen Lärche ergaben reichlich keimfähige Samen. Ebenso ließen sich die beiden Arten untereinander ohne Schwierigkeiten kreuzen, gleichgültig ob *leptolepis* dabei Vater oder Mutter war. Dieser Befund ist eine Bestätigung der Ergebnisse DENGLERS (10). OSTENFELD und SYRACH LARSEN (42) dagegen glaubten auf Grund von Beobachtungen an natürlichen Bastardvorkommen in Friesland-Lystkow vermuten zu müssen, daß die Kreuzung mit europaea als Mutter schwieriger zu realisieren sei, als jene mit *leptolepis* als Mutter. Später stellte jedoch SYRACH LARSEN (64, 65) auf Grund künstlicher Kreuzungsversuche fest, daß dies offenbar nicht der Fall ist. Im Gegensatz zu diesen Verhältnissen bei Lärche tritt bei der Artkreuzung *Pinus silvestris* x *banksiana* nach DENGLER (8) eine vollständige, bei der Gegenkreuzung eine erhebliche Störung der Fertilität auf. Ähnliche, aber längst nicht so erhebliche Störungen zeigen nach dem gleichen Autor die Artkreuzungen *Pinus silvestris* x *montana* und deren Gegenkreuzungen.

d) Die mit Pollen des eigenen Baumes befruchteten Blüten (Selbstungen) ergaben in allen Fällen nur einen sehr geringen Ansatz keimfähigen Samens. Beide Lärchenarten erwiesen sich als weitgehend selbststeril, was auch SYRACH LARSEN (65) gefunden hatte. Dieses Verhalten bei Lärche stimmt mit dem bei Fichte (SYLVEN 62), sowie bei *Pinus silvestris* und *montana* (DENGLER 8) überein. Dabei hat es nach den vorliegenden Untersuchungen bei Lärche den Anschein, als bestünden in dieser Hinsicht individuelle Unterschiede. So dürften die Bäume 2, 5 und 6, aus deren Selbstungssamen einige Pflanzen erhalten blieben, einen geringeren Grad an Selbststerilität aufweisen, als die Bäume 1, 3, 4 und 7, von denen keine Selbstungsnachkommen erhalten wurden.

B. Der Pflanzenbefund

1. Die Nachkommen aus Fremdbefruchtung (reine Arten und Bastarde)

a) Die sortenweisen und standortsbedingten Unterschiede der Wuchskraft

Bevor die in der Einleitung gestellte Frage nach der Art der Veranlagung für die Wuchskraft beantwortet

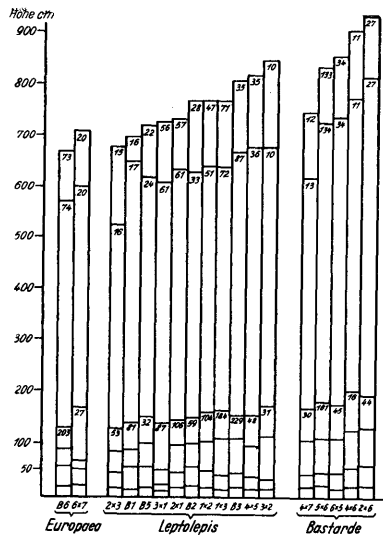


Abb. 3. Höhenwachstumsgang verschiedener Nachkommenschaften (Höhen im 1., 2., 4., 5., 11. und 13. Jahre). Kleine Zahlen in den Säulen: Verwendete Stückzahl.

werden kann, ist zu prüfen, ob die Wüchsigkeit überhaupt durch die Veranlagung maßgebend beeinflusst wird, oder ob sie einfach das Ergebnis der Modifizierung einer immer gleich bleibenden Fähigkeit durch den Standort und zufälliger äußerer Einwirkung darstellt. Wenn diese Frage auch an sich bereits durch die zahlreichen vergleichenden Herkunftsanbauten, in denen unter gleichen Standortverhältnissen verschiedene Herkunft ganz verschiedene Wüchsigkeit entwickelten, zugunsten der Veranlagung beantwortet worden ist, so ist es doch wünschenswert, festzustellen, ob auch innerhalb einer Herkunft die einzelnen Individuen eine verschiedene Veranlagung besitzen. Auch hierfür sind bereits bei verschiedenen Holzarten in größerem Umfange Beweise erbracht worden, so insbesondere durch ZEDERBAUER (72), MÜNCH (39), FABRICIUS (14) und BEHRNDT (4). Nachfolgend soll geprüft werden, ob auch bei Lärche eine solche genetische Verankerung der Wüchsigkeit besteht.

Die Abbildung 3 stellt den Höhenwachstumsgang bis zum 13. Jahre für jene Nachkommenschaften der frei abgeblühten Mutterbäume und der Individualkreuzungen (mit Ausnahme der Selbstungen) dar, für die mindestens 10 Individuen vorhanden sind. Die Werte auf Vacciniumstandort sind dabei fortgelassen, weil nur für wenige Sorten die für eine brauchbare Mittelwertbildung erforderlichen Individuen vorhanden sind. Es zeigen sich im 11. und 13. Jahre zum Teil außerordentlich große Unterschiede in den Mittelwerten. Das gleiche gilt für die Durchmesser, für die auf eine Darstellung verzichtet wurde. Soweit für diese Höhen- und Durchmesserwerte die Anzahl der sie bildenden Einzelwerte ausreichte (mindestens 35 Stück), wurde eine Fehlerrechnung durchgeführt. Das Ergebnis dieser Rechnung ist für die Höhe im 11. und für den Durchmesser im 13. Jahre in Tabelle 1 enthalten und zeigt in der überwiegenden Zahl der Fälle eine sehr große Sicherheit ($D/mD > 3$). Da nach unseren Darlegungen die Standortsfaktoren für diese verschiedenen Sorten nahezu gleich sind, besagt dieses Ergebnis somit, daß veranlagungsmäßige Unterschiede in der Wüchsigkeit bestehen müssen. Soweit eine Fehlerrechnung nicht möglich war, wie insbesondere bei den Bastarden 4 x 7 und 4 x 6 sowie bei europaea 6 x 7, kann wegen der Größe der Unterschiede ebenfalls auf gene-

tischen Ursprung geschlossen werden. Auch die Tatsache, daß die Reihenfolge in der Wüchsigkeit im 11. und 13. Lebensjahr nahezu die gleiche ist, spricht hierfür.

Hinsichtlich des übrigen Wachstumsganges läßt das vorliegende Material für die Einzelstammnachkommenchaften nur sehr vorsichtige Schlüsse zu, weil die Werte im 4. und 5. Jahre aus jeweils sämtlichen Pflanzen jeder Parzelle berechnet sind, ohne daß eine Trennung nach dem Standort (Aira und Vaccinium) stattgefunden hätte, und weil die Werte im 1. und 2. Jahre vermutlich stark durch die Größe der Samen (BUSSE 6, ROHMEDE 47, RIGHTER 45, LANGNER 26) und deren früheres oder späteres Keimen (RIGHTER 45) beeinflusst werden, worauf auch zurückgeführt werden dürfte, daß OSTENFELD und SYRACH LARSEN (42) für die einjährigen Sämlinge intermediäres Wachstum fanden. Immerhin ist aber unverkennbar, daß die Einstufung nach der Wüchsigkeit im 4. Jahre, d. h. in einem Alter, in dem der jugendliche Trägwuchs (ROHMEDE bei MÜNCH 39) als nahezu überwunden betrachtet werden kann und sich die Veranlagung gegenüber Umweltbedingungen bereits durchgesetzt haben dürfte, in den meisten Fällen der Wüchsigkeit im 5., 11. und 13. Jahre entspricht. Besonders bei den Bastarden ist dies sehr offensichtlich der Fall. Hier ist die Reihenfolge sogar schon im zweiten Jahre die gleiche, was dahin gedeutet werden könnte, daß die den Bastarden innewohnende Wuchskraft stärker ist als die modifizierenden Faktoren der Umwelt (Saat- und Verschulbeet, Samenkorngröße, verschiedener Keimungsbeginn usw.). Daß die Wuchskraft der Bastarde größer ist als die der reinen Arten erweist die Abbildung 4 ebenfalls überzeugend. Es ergibt sich das bekannte Bild des Luxurierens der Bastarde über die Kreuzungen innerhalb der reinen Art, über das bereits in der Einleitung berichtet wurde. Besonders erwähnenswert ist dabei, daß, wie die Nachkommenschaft 4 x 7 zeigt, dieses Luxurieren, d. h. also diese Leistung über das Maß der reinen Arten hinaus, nicht unbedingt vorhanden sein muß. Die Sorte 4 x 7 hinkt in ihrem Höhenmittelwert im 11. und 13. Jahre gegenüber den leptolepis-Individualkreuzungen 1 x 2, 1 x 3, 4 x 5, 3 x 2 und gegenüber den Nachkommen der



Abb. 4. Links: Europäische Lärche (B 6), rechts: Bastardlärche (2 x 6). Phot. LANGNER.

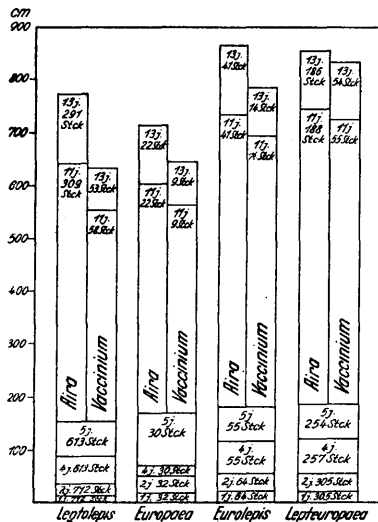


Abb. 5. Höhenzuwachs in den verschiedenen Jahren (ohne Selbstungen und ohne Nachkommen der frei abgeblühten Bäume).

frei abgeblühten leptolepis B 2 und B 3, im 11. Jahre auch noch gegenüber 2x1 und B 1, mehr oder weniger stark nach. Diese Feststellung und die Tatsache, daß sich die verschiedenen Bastardsorten überhaupt untereinander deutlich unterscheiden, weist darauf hin, daß es auch für die Bastarde offenbar genau so wenig wie für die reinen Arten gleichgültig ist, welches ihre Eltern waren. Die durchschnittliche Überlegenheit der Bastarde von allem Anfang an zeigt die Abbildung 5. Die Fehlerrechnung ergibt auf beiden Standorten eine einwandfreie Sicherung dieser Unterschiede: Die Quotienten D/mD liegen zwischen 3,6 und 11,7.

Auffällig ist die verschiedenartige Reaktion der einzelnen Sorten auf Standortsveränderungen. Die Verschulung im Frühjahr nach der ersten Vegetationsperiode ist für alle Sorten ohne erkennbare und unterschiedliche Folgen geblieben, offenbar wegen der außerordentlich schonenden Verbringung der Sämlinge aus der Gartenerde (Saatbeet) in bestens vorbereiteten Kampboden. Dagegen wirkt sich die ein Jahr später erfolgende Versetzung auf die Freifläche bei europaea außerordentlich drastisch aus, während weder leptolepis noch die beiden Bastarde in dem durch eine Messung erfaßten Zeitraum des dritten und vierten Lebensjahres Nachwirkungen erkennen lassen und auch im fünften Jahre offensichtlich unbeeinflusst weiter wachsen. Europaea antwortet in den

beiden Jahren nach der Versetzung mit einem scharfen Zurückgehen des Höhenwuchses, holt diesen Verlust im fünften Jahr aber durch einen außerordentlich großen Längstrieb wieder auf, einen Längstrieb, der jenen der leptolepis und sogar jenen der Bastarde erheblich übersteigt. Das Verhalten auf dem durch Airabewachung gekennzeichneten besseren Boden gegenüber dem Verhalten auf dem Vacciniumtyp ist ebenfalls verschieden. Während der Höhenwuchs auf dem geringeren Standort bei den Bastarden und auch bei europaea innerhalb der Fehlergrenze nachläßt, ist dies bei leptolepis sehr viel stärker der Fall und rechnerisch gesichert ($D/mD = 6,4$ im 11. und 5,6 im 13. Jahr). Leptolepis reagiert demnach auf die Darreichung eines besseren Standortes sehr viel stärker als die Bastarde und europaea, oder aber, was wahrscheinlich zutreffender formuliert ist, die Bastarde und europaea leisten auf dem geringeren Standort nicht wesentlich weniger als auf besserem, während leptolepis auf dem schlechteren Standort sehr stark nachläßt, was vermutlich mit ihrem Unvermögen zusammenhängt, auf trockenerem Standort zu gedeihen. Auf diese Verhältnisse wird noch bei der Besprechung der Durchmesserentwicklung näher eingegangen werden.

Vergleicht man die Höhenunterschiede nach dem Stand der verschiedenen Messungen (im 1., 2., 4., 11. und 13. Jahre), so ergibt sich, unbeschadet der geschilderten Verschiebungen durch das abweichende Verhalten von europaea in den drei Jahren nach der Versetzung auf die Freifläche, deutlich ein Größerwerden des Abstandes zwischen den Höhen der Bastarde einerseits und den Höhen der reinen Arten andererseits (Abb. 6). Le-

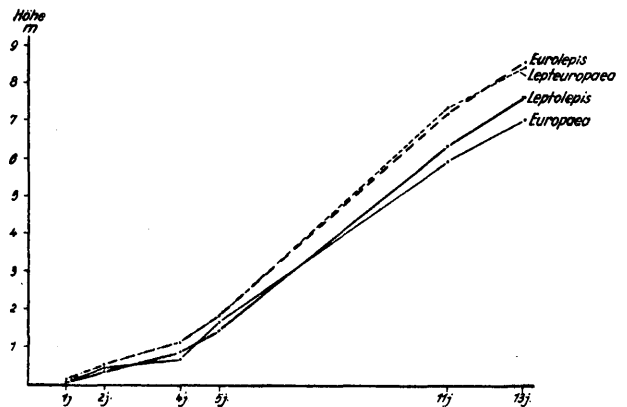


Abb. 6. Vergrößerung des Abstandes der Höhen zwischen reinen Arten und Bastarden bis zum 13. Jahre (11. und 13. Jahr auf Airastandort).

Tabelle 1
Die Quotienten D/mD für verschiedene Einzelstammnackkommensschaften und Individualkreuzungen der europäischen und japanischen Lärche

Rechts der Diagonale für die Höhen im 11. Jahre. Links der Diagonale für die Durchmesser im 13. Jahre

| Sorten | B 6 euro- paea | 3×1 lepto- lepis | 2×1 lepto- lepis | B 2 lepto- lepis | 1×2 lepto- lepis | 1×3 lepto- lepis | B 3 lepto- lepis | 4×5 lepto- lepis | 5×6 Bastard | 6×5 Bastard | 2×6 Bastard |
|----------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| B 6 europaea | | 3,2 | 4,1 | 3,4 | 5,2 | 6,9 | 8,6 | 7,3 | 14,3 | 13,4 | 17,6 |
| 3×1 leptolepis | 0,3 | | 1,3 | 1,1 | 2,1 | 3,2 | 4,8 | 4,4 | 10,0 | 9,7 | 14,1 |
| 2×1 leptolepis | 4,0 | 3,7 | | 0,0 | 0,9 | 1,4 | 2,8 | 2,9 | 7,1 | 7,1 | 11,4 |
| B 2 leptolepis | 2,8 | 2,6 | 0,2 | | 0,5 | 0,6 | 2,3 | 2,5 | 5,8 | 6,0 | 9,8 |
| 1×2 leptolepis | 4,8 | 4,5 | 0,7 | 0,7 | | 0,7 | 1,6 | 2,4 | 6,9 | 7,0 | 11,5 |
| 1×3 leptolepis | 3,8 | 3,4 | 0,9 | 0,5 | 1,7 | | 1,7 | 2,0 | 7,1 | 7,0 | 11,9 |
| B 3 leptolepis | 3,9 | 3,5 | 0,6 | 0,3 | 1,5 | 0,3 | | 0,7 | 5,4 | 5,5 | 10,5 |
| 4×5 leptolepis | 4,6 | 4,2 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 1,3 | 1,1 | | 3,4 | 3,7 | 8,1 |
| 5×6 Bastard | 10,1 | 9,2 | 3,3 | 2,6 | 2,3 | 5,3 | 4,8 | 2,9 | | 0,8 | 6,5 |
| 6×5 Bastard | 9,3 | 8,7 | 4,0 | 3,0 | 3,2 | 5,8 | 5,3 | 3,7 | 1,6 | | 5,3 |
| 2×6 Bastard | 9,5 | 9,1 | 5,2 | 4,4 | 4,5 | 6,6 | 6,3 | 4,9 | 3,3 | 1,8 | |

diglich vom 11. bis 13. Jahre (Airastandort) ist eine gewisse Abschwächung dieser Tendenz insofern feststellbar, als nur noch zwischen *europaea* und *leptolepis* eine Zunahme erfolgt, während die übrigen Abstände gleich oder fast gleich geblieben sind. Auf *Vaccinium*standort (nicht mit dargestellt) haben sich dagegen sämtliche Abstände zwischen Bastarden und reinen Arten weiter vergrößert.

Für die Durchmesser im 11. und im 13. Jahre gilt sowohl im einzelnen als auch im Durchschnitt im großen und ganzen das gleiche, und die Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten sind im gleichen Umfang statistisch gesichert (s. Tabelle 1 für das 13. Jahr). Dieses Ergebnis war schon deshalb zu erwarten, weil zwischen Höhe und Durchmesser eine sehr enge Korrelation besteht. Entsprechend dem Ergebnis von BEHRNDT (4) bei Kiefer wurden für die Sorten mit größeren Pflanzenzahlen Korrelationskoeffizienten (WEBER 68) von 0,77 bis 0,95 gefunden. Gewisse Abweichungen im einzelnen lassen jedoch vermuten, daß die Größe der Korrelation zwischen Höhe und Durchmesser auch individuell verschieden ist, daß also die einzelnen Nachkommenschaften unter gleichen Standortverhältnissen verschiedene Schlankheitsgrade besitzen, was für die Kiefer ebenfalls BEHRNDT (4) zeigen konnte. Besonders bemerkenswert ist, daß das Luxurieren bei den Durchmessern erheblich größer ist als bei den Höhen und daß dies besonders ausgeprägt auf *Vaccinium*standort der Fall ist. Die Abbildung 7 zeigt die Verhältnisse im 13. Jahre. Im 11. Jahre ist der Kurvenverlauf grundsätzlich der gleiche.

Das ganze Ausmaß der Bastardmehrleistung erkennt man am besten beim Vergleich der Produkte zwischen Höhe und Kreisfläche (Abb. 8), die ein relatives Maß und einen guten Weiser für die Massenleistung eines Bestandes darstellen. Setzt man die Massenleistung der *leptolepis* hiernach gleich 100, so ergeben sich im 11. Jahre als höchste Bastardleistungen 176 auf *Aira* und 314 auf *Vaccinium*, beim Bezug auf *europaea* gleich 100 entsprechend 174 und 239. Im 13. Jahre sind die analogen Zahlen gegenüber *leptolepis* 149 und 293, gegenüber *europaea* 174 und 251. Das sind Leistungssteigerungen, wie sie bisher auf gleichem Standort ohne Verwendung anderer Holzarten oder mindestens ohne Ersatz nicht standortsmäßiger Herkunft durch besser geeignete in der Forstwirtschaft weder erreicht noch für möglich gehalten wurden. Die Bastarde verhalten sich gegenüber den reinen Arten zum mindesten bis zu ihrem 13. Lebensjahr wie völlig andere Holzarten.

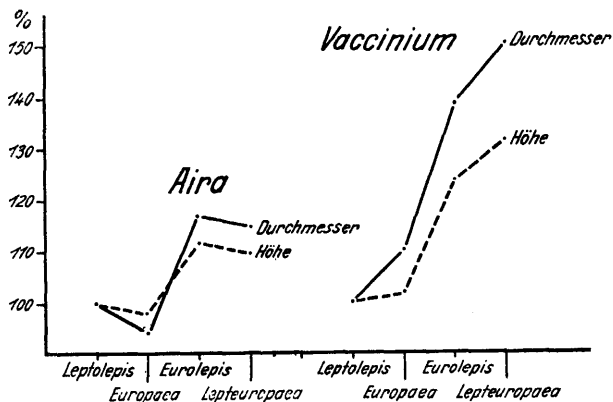


Abb. 7. Luxurieren von Höhe und Durchmesser im 13. Jahre auf Aira- und *Vaccinium*standort.

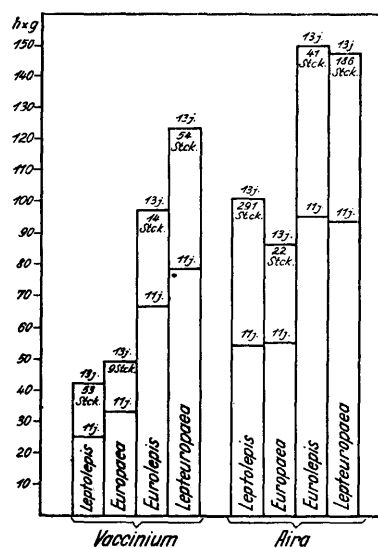


Abb. 8. Vergleich der Quotienten Höhe \times Grundfläche.

Einwendungen gegen diesen Vergleich der Massenleistungen könnten im Hinblick auf die Nichtbeachtung der Formzahlen gemacht werden, weil diese mit zunehmender Höhe und wachsendem Durchmesser in dem untersuchten Alter etwas abnehmen. Berücksichtigt man diese Abnahme der Baumholzformzahl (berechnet nach SCHIFFEL 15), so ergeben sich zwar geringere Werte, nämlich im 11. Jahre gegenüber *leptolepis* 150 und 273, gegenüber *europaea* 148 und 217, im 13. Jahre entsprechend 140 und 255 sowie 154 und 213, am grundsätzlichen Bild der überragenden Mehrleistung der Bastarde ändert sich aber nichts. Dabei muß noch dahingestellt bleiben, ob eine solche Reduktion überhaupt erforderlich ist, denn es ist fast anzunehmen, daß für die im Freiland erwachsenen Stämme andere Gesetzmäßigkeiten gelten, als für im Dichtstand erzogene, an denen die SCHIFFELschen Werte ermittelt wurden. Die Regelmäßigkeit, mit der die Bastarde mit Ausnahme der bereits auf Seite 7 besprochenen Kreuzung 4 x 7 den reinen Arten auf beiden Standorten überlegen sind, zeigt sich besonders dann, wenn man die Werte benachbart oder nahe beieinander gelegener reiner Arten und Bastarde miteinander vergleicht (Abb. 9).

Zu dem gleichen Schluß wie die Höhen- und Durchmesserwerte führen die Frequenzkurven, die für die Höhenwerte einiger genügend individuenreicher Sorten im 13. Jahre auf Airastandort Abb. 10 zeigt und die für die Durchmesserwerte ganz gleichsinnig verlaufen. Die Form der Kurven und ihre Lage zueinander lassen keinen Zweifel darüber zu, daß es sich um durch innere Veranlagung bedingte Unterschiede handelt. Unterschiede zwischen *leptolepis* 3 x 1 und 4 x 5 oder zwischen den Bastarden 5 x 6 und 2 x 6 können, da diese Sorten unter annähernd gleichen Standortverhältnissen erwachsen sind, ebensowenig anders als genetisch bezeichnet werden, wie die Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten und den deutlich luxurierenden Bastarden (z. B. *europaea* B 6 gegen *leptolepis* B 3 oder 4 x 5 bzw. *europaea* B 6 oder *leptolepis* 3 x 1 gegenüber den beiden Bastarden 5 x 6 und 2 x 6). Auch die Variabilitätskoeffizienten V (WEBER 68) für die einzelnen Nachkommenschaften, die ein prozentisches Maß für die Streuung darstellen und die sich in flacheren und steileren Kurven ausprägen, sind so unterschiedlich, daß

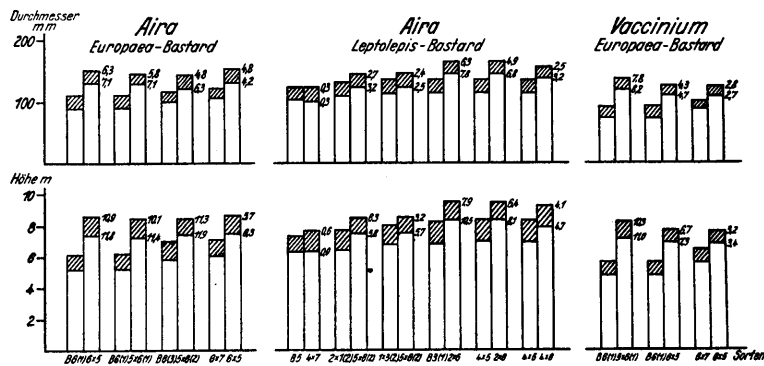


Abb. 9. Mittlere Höhen und Durchmesser im 11. und 13. Jahre auf benachbarten Parzellen. Linke Balken jeden Paares: Reine Arten, rechte: Bastarde. Leerer Balkenteil: 11jährig, schraffierter Teil: Zuwachs vom 11. zum 13. Jahre. Zahlen an rechter Kante jedes Balkenpaares: D/mD zwischen den beiden Balkenwerten im 11. und 13. Jahre.

auf das Vorhandensein genetischer Veranlagung geschlossen werden muß. Diese Höhenfrequenzkurven zeigen aber noch etwas anderes: Einige sind einigermaßen symmetrisch, andere dagegen mehr oder weniger asymmetrisch. Die Folge dieser ungleichmäßigen Verteilung der verschiedenen Werte ist, daß die früher errechneten Mittelwerte nicht unbedingt etwas über die praktische Bedeutung der einen oder der anderen Kreuzung besagen. Schon MÜNCH (39) weist darauf hin, daß für eine Beurteilung der Nachkommenschaften besser andere Werte als die arithmetischen Höhenmittelwerte herangezogen werden sollten. Seine Anregung, jenen Stammhöhenwert zu wählen, der am häufigsten vorkommt (häufigster Wert), dürfte jedoch, wie das auch SCHÖNBACH (57) eingehend begründet, nicht in jedem Falle den gewünschten Erfolg haben. So führt SCHÖNBACH mit Recht an, daß bei einer solchen Bewertung zwei Nachkommenschaften mit symmetrischer Verteilung der Höhenklassen auch dann völlig gleich beurteilt würden, wenn die Streuung der Höhenwerte völlig verschieden wäre. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß die Bestandsstruktur eine entscheidende Bedeutung für den Wert einer Population darstellt. Dagegen verdient SCHÖNBACHS Vorschlag, statt des Mittelwertes die mittlere Oberhöhe als Kriterium für die Güte einer Nachkommenschaft zu verwenden, Beachtung. Denn wenn man sich vor Augen führt, daß in der Zeit von der Begründung eines Bestandes bis etwa zum 20. Jahre rund $\frac{1}{2}$ aller gesetzten Pflanzen durch natürliche Ausscheidung, erste Läuterungen und Durchforstungen abgehen, und es wirtschaftlich völlig bedeutungslos ist, welche Wüchsigkeit diese ausgeschiedenen Pflanzen besessen haben, so kommt man zu dem Schluß, daß die Wüchsigkeit des verbleibenden Drittels bei weitem wichtiger für den Bestand ist, als die Gesamtmittelhöhe. Da nach unseren Untersuchungen die Höhenleistung im 11. und 13. Jahre mit genügender Sicherheit einen Spiegel für die veranlagungsmäßige Wüchsigkeit darstellt und infolge der weiten Bestandsbegründung die normalerweise bereits stattgefundene Bestandsausscheidung bis auf einen geringen Teil unterblieben ist, dürfte es daher als zulässig zu erachten sein, die Mittelwerte für die Höhen der $33\frac{1}{3}\%$ wüchsigsten Pflanzen als besseren Maßstab für eine Beurteilung der einzelnen Nachkommenschaften anzusehen als die arithmetischen Mittelwerte sämtlicher Pflanzen jeder Nachkommenschaft. Die Abbildung 11, die die Verhältnisse auf Airastandort im 13. Jahre darstellt, zeigt, daß zwar

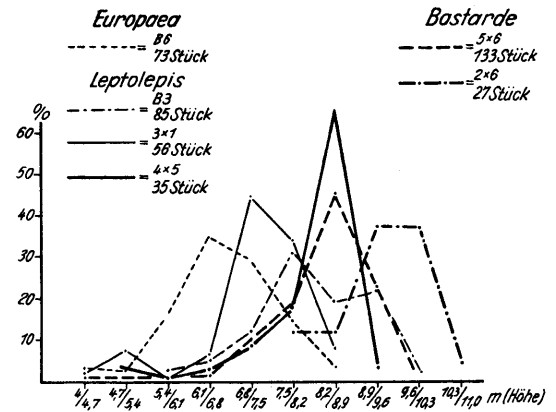


Abb. 10. Höhenfrequenzkurven im 13. Jahre auf Airastandort.

im allgemeinen der Höhenmittelwert einen Anhalt für eine Beurteilung bietet, daß aber in einigen Fällen eine Beurteilung nach den Oberhöhen ein grundsätzlich anderes Bild ergibt. Neben B 1, 6x7 und neben den Bastarden 5x6 und 6x5 ist es besonders der Bastard 4x7, der aus dem Rahmen fällt. Er ist höhenmittelwertmäßig zwar nicht besser als der Durchschnitt der reinen Arten, besitzt aber einen mittleren Oberhöhenwert, der durchaus im Bereich der allerdings schlechtesten übrigen Bastarde und über sämtlichen reinen Arten mit Ausnahme von 4x5 liegt. Eine Beurteilung der Brauchbarkeit nach dem Höhenmittelwert würde somit zur Ausschaltung dieses Bastardes geführt haben, während er bei einer Beurteilung nach der mittleren Oberhöhe als den besten reinen Arten und den schlechteren Bastarden ebenbürtig anzusehen ist. Da auf Vacciniumstandort das gleiche Verhalten festzustellen ist, kann dieses Ergebnis als einigermaßen gesichert gelten, wenn auch die Individuenzahl, auf die es sich stützt, sehr niedrig ist. Ein ganz ähnliches Bild ergibt sich bei den Durchmessern, für die aus Gründen der Platzersparnis die graphische Darstellung unterbleiben mußte. Lediglich der mittlere Oberdurchmesser von 4x5 verhält sich entgegengesetzt zu der mittleren Oberhöhe. Die Bastarde 5x6 und 6x5 sind auch bei den oberen Durchmessern sämtlichen reinen Arten weit überlegen und ebenso der Bastard 4x7, der allerdings weit hinter den übrigen Bastarden rangiert. Diese Abweichungen deuten wiederum darauf hin, daß trotz einer offensichtlich engen inneren Verknüpfung zwischen Höhen- und Durchmesserzuwachs keine volle Koppelung der in Frage kommenden Gene besteht.

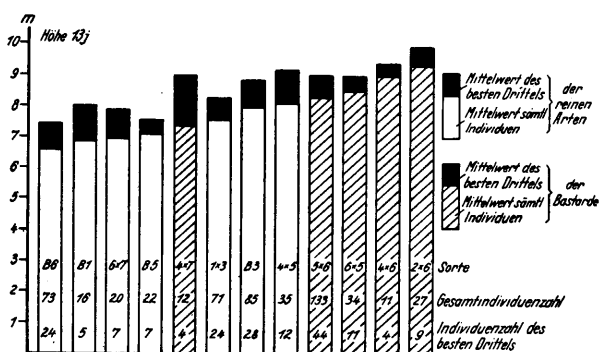


Abb. 11. Vergleich verschiedener Nachkommenschaften nach den Mittelwerten sämtlicher Individuen und nach den Mittelwerten des besten Drittels.

Tabelle 2

Rückgang der Höhen- und Durchschnittswerte im 11. und 13. Jahre vom Aira zum Vacciniumstandort

(ohne Selbstungen und ohne Nachkommen der frei abgeblühten Bäume)

| Eltern | Prozentualer Rückgang | | | |
|-------------------------|-----------------------|------|------------------|------|
| | der Höhe | | des Durchmessers | |
| | 11j. | 13j. | 11j. | 13j. |
| leptolepis × leptolepis | 14,1 | 18,2 | 29,8 | 29,9 |
| europaea × europaea | 6,7 | 9,9 | 18,9 | 19,7 |
| europaea × leptolepis | 5,5 | 9,3 | 14,9 | 16,2 |
| leptolepis × europaea | 2,7 | 2,4 | 8,0 | 8,8 |

Wenn auch grundsätzlich festgestellt werden konnte, daß die einzelnen Sorten sich auf den beiden ausgeschiedenen Standorten tendenzmäßig ähnlich verhalten, so zeigt sich andererseits doch auch, daß sie auf Standortsänderungen verschieden stark reagieren. Diese in einzelnen Fällen gefundenen Abweichungen ergeben sich auch bei Betrachtung der Durchschnittswerte, wovon die Tabelle 2 ein anschauliches Bild gibt. Sie enthält Angaben über den Rückgang der Werte der Höhe und des Durchmessers vom besseren (Aira-) zum geringeren (Vaccinium-) Standort im 11. und 13. Jahre, ausgedrückt in Prozenten des auf Airastandort erwachsenen Durchschnittsstammes. Danach weist den bei weitem größten Rückgang die reine leptolepis auf, während europaea bedeutend weniger standortsempfindlich zu sein scheint. Eurolepis reagiert etwas schwächer, und lepteuropaea ist in ihrer Wuchskraft die bei weitem stabilste. Auch bei Betrachtung der einzelnen Sorten ergibt sich das gleiche Bild. Größere Schwankungen im einzelnen dürften in den Bereich sortenweiser Verschiedenheiten zu verweisen sein. Die starke Standortsempfindlichkeit der leptolepis und die sehr viel geringere der europaea kommt auch beim Bezug der Werte der außerordentlich stabilen lepteuropaea auf leptolepis oder europaea zum Ausdruck. Während auf dem besseren Standort die Massenleistung der lepteuropaea prozentual zur Leistung der leptolepis 173 (11j.) bzw. 147 (13j.) beträgt, erreicht sie auf dem geringeren Standort 314 bzw. 293%. Beim Bezug auf europaea dagegen ist der Unterschied zwischen Aira- und Vacciniumstandort bedeutend kleiner. Er beträgt auf Aira 172 (11j.) und 171 (13j.) gegenüber 239 (11j.) bzw. 251 (13j.) auf Vacciniumstandort. Der Unterschied der Prozentzahlen zwischen geringerem und besserem Standort beträgt somit beim Bezug auf leptolepis 141% (11j.) und 146% (13j.), beim Bezug auf europaea dagegen nur 67% (11j.) und 78% (13j.).

b) Das Verhältnis des Höhenwuchses zum Stärkenzuwachs

Bei der Besprechung der verschiedenen Wuchskraft der reinen Arten und der Bastarde auf den beiden aus-

geschiedenen Standorten wurde festgestellt, daß die Höhen- und Durchmesser vom Aira- zum Vacciniumstandort stark zurückgehen, ohne zunächst die Tatsache besonders zu betonen, daß die Höhen gegenüber den Durchmessern einen geringfügigeren Rückgang aufweisen (Tabelle 2), eine Erscheinung, auf die für Kiefer bereits TISCHENDORF (67) hingewiesen hat, und aus der er die primäre Stellung des Höhenwachstums der Pflanze gegenüber dem Dickenwachstum folgert. Der Standort wirkt sich, wenigstens in diesem jugendlichen Alter und im Freiland, in erhöhtem Maße auf den Stärkenzuwachs aus. Auf dem besseren Standort sind die einzelnen Stämmchen also gedrungener als auf dem geringeren. In diese Unterschiede im Schlankheitsgrad gibt der Quotient $\frac{\text{Höhe}}{\text{dm}_{1,3}}$ einen Einblick (Tabelle 3). Für die Erfassung der Vollformigkeit ist dieser Wert allerdings nur bedingt brauchbar und wäre besser durch andere Werte zu ersetzen, deren Erhebung aber mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht möglich war. Als ungefähre Anhalt für die Schlankheit des Durchschnittsstammes kann der gewählte Quotient jedenfalls dienen. Die Zusammenstellung zeigt, daß der Quotient für jede Sorte sowohl im 11. als auch im 13. Jahr auf dem besseren (Aira-) Standort kleiner ist, als auf dem geringeren (Vaccinium-) Standort und daß diese Unterschiede in 5 von 8 Fällen sehr gut, in den übrigen 3 Fällen fehlerstatistisch nicht ganz ausreichend gesichert sind ($D/mD = 3$ oder knapp 3). Damit wird das bereits aus der Tabelle 2 abzulesende Verhalten bestätigt, daß die Stämme auf dem geringeren Standort schlanker sind als auf dem besseren. Dieses Verhalten steht im Widerspruch zu dem der Schlankheitsgrade, wie sie sich aus den Ertragstafeln errechnen lassen (z. B. für Kiefer: SCHWAPPACH 15, für Lärche: SCHÖBER 56). Auch BEHRNDT (4) findet bei 4- bis 6jährigen Kieferneinzelsamennachkommenschaften ein Schlankerwerden mit zunehmender Bodengüte. Möglicherweise liegt die Ursache für diese Divergenz darin, daß die Ertragstafelbestände geschlossene Bestände darstellen, während unsere Versuchslärchen im Freiland erwachsen sind.

Bei den sehr kleinen Kiefern BEHRNDTS werden wegen der den Wind bremsenden Wirkung der rauen Bodenoberfläche und der Gras- und Krautflora ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie im geschlossenen Bestand, zumal mindestens in den Jahren des Aufwuchses im Saat- und Verschulkamp die einzelnen Pflanzen ja sowieso einen geschlossenen Bestand bildeten. Die Wirkung des Freilandes ist eine doppelte: Der Stärkenzuwachs legt sich mehr basalwärts an, der Höhenzuwachs wird herabgesetzt. Man könnte sich nun vorstellen, daß die Verlagerung des Stärkenzuwachses und die Höhenabnahme auf dem besseren Standort gradmäßig verschieden sind. So könnte der Höhenzuwachs prozentual auf dem bes-

Tabelle 3

Quotienten Höhe: Durchmesser (in 1,3 m Stammhöhe gemessen)

(Ohne Selbstungen und mit Nachkommen der frei abgeblühten Bäume)

| Eltern | 11 jährig | | | | 13 jährig | | | |
|-------------------------|------------------|------------------|---|--|------------------|------------------|---|--|
| | Standort | | D/mD zwischen den Werten auf Aira und Vaccinium | | Standort | | D/mD zwischen den Werten auf Aira und Vaccinium | |
| | Aira | Vaccinium | | | Aira | Vaccinium | | |
| | Quotient (Stück) | Quotient (Stück) | | | Quotient (Stück) | Quotient (Stück) | | |
| leptolepis × leptolepis | 64 (472) | 80 (104) | 8,7 | | 62 (444) | 74 (97) | 8,9 | |
| europaea × europaea | 60 (99) | 68 (56) | 4,9 | | 60 (98) | 66 (56) | 4,7 | |
| europaea × leptolepis | 58 (41) | 64 (14) | 2,8 | | 59 (41) | 64 (14) | 2,4 | |
| leptolepis × europaea | 61 (188) | 65 (55) | 2,5 | | 59 (186) | 63 (54) | 3,3 | |



Abb. 13. Habitus der europäischen Lärche (B 6: Nr. 222). Phot. LANGNER.



Abb. 14. Habitus der Bastardlärche (5 x 6: Nr. 454). Phot. LANGNER.



Abb. 15. Habitus der japanischen Lärche (1 x 3: Nr. 111). Phot. LANGNER.

seren Standort stärker herabgesetzt sein, als auf dem geringeren, etwa deshalb, weil er hier bereits bodenbedingt ein Minimum erreicht hatte. Andererseits könnte die Verstärkung der Stammbasis, die ja nach METZGER eine unmittelbare Folge der mechanischen Windeinwirkung ist (BÜSGEN-MÜNCH 5), auf dem geringeren Standort prozentual niedriger sein als auf dem besseren, weil der Kronenanteil der auf geringerem Standort erwachsenen Stämme möglicherweise kleiner ist als bei Aufwuchs auf besserem Boden. Diese Verhältnisse könnten schließlich zu dem vorliegenden Tatbestand führen, daß die freiständig erwachsenen Bäume auf dem besseren Standort weniger schlank sind als auf dem geringeren, im Gegensatz zum geschlossenen Bestand, in dem das umgekehrte der Fall ist. Mit zunehmendem Alter unserer Versuchslärchen, mit dem ja automatisch ein immer größerer Schlußgrad erreicht wird, müßten sich die

Schlankheitsgrade auf Vaccinium- und auf Airastandort nach und nach immer mehr annähern. Betrachtet man daraufhin die Werte im 11. und 13. Jahre, so zeigt sich wirklich eine solche Tendenz. Der Unterschied zwischen leptolepis 11j. auf Aira und Vaccinium beträgt noch 16, jener im 13. Jahr nur mehr 12. Auch die Tatsache, daß die Fehlersicherung der Unterschiede bei den Bastarden im Gegensatz zu den reinen Arten nicht ganz ausreichend ist, deutet auf eine solche Entwicklung mit zunehmenden Schlußgrad hin. Denn die Bastarde kommen infolge ihrer größeren Wüchsigkeit bereits in Schluß, während die reinen Arten darin noch einige Jahre zurück sind. Die Tabelle 3 zeigt weiter besonders auf Vacciniumstandort einen geringeren Grad von Schlankheit der Bastarde gegenüber leptolepis, sowie, wenn auch weniger ausgesprochen, gegenüber europaea. Da jedoch nach unseren Untersuchungen die Schlankheit auf geringerem Standort höher ist als die auf dem besseren und da die Höhenentwicklung das umgekehrte Bild zeigt, lag die Vermutung nahe, daß diese Unterlegenheit der Bastarde im Schlankheitsgrad nur eine durch ihr stärkeres Höhenwachstum vorgetäuschte ist. Es war anzunehmen, daß ganz allgemein mit steigender Höhe die Schlankheit abnimmt, und es war daher zu überprüfen, ob die mit dieser Höhenzunahme Hand in Hand gehende Schlankheitsabnahme bei den reinen Arten und den Bastarden den gleichen Umfang hat. Die Abbildung 12 zeigt, daß tatsächlich mit steigender Höhe ganz allgemein die Schlankheit abnimmt und daß der geringere Schlankheitsgrad der Bastarde in Wirklichkeit nur ein vorgetäuschter ist. Nur auf Vacciniumstandort ist eine geringere Schlankheit der Bastarde und auch da regelmäßig nur gegenüber leptolepis vorhanden. Dagegen zeigte sich, daß auf dem besseren Standort die Bastarde gegenüber europaea durchweg schlanker sind. Bis zu einer Höhe von 5 m sind sie auch schlanker als leptolepis. Nach Erreichung dieser Höhe sind sie etwa gleich schlank wie diese. Ganz allgemein scheint mit zunehmender Höhe eine Angleichung der Schlankheitsgrade der verschiedenen Sorten stattzufinden. Die gefundene Schlankheits-

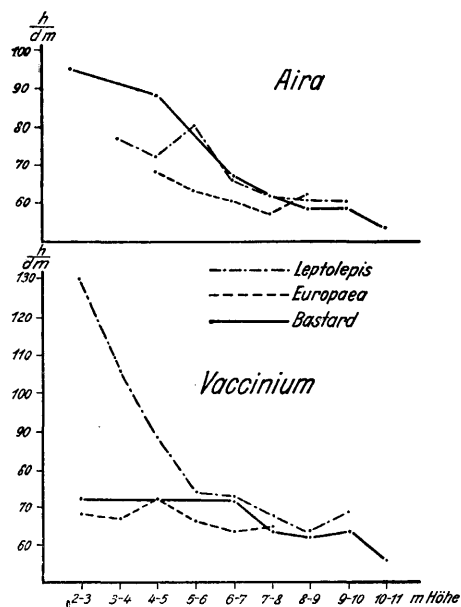


Abb. 12 Schlankheitsgradabnahme mit zunehmender Höhe der verschiedenen Sorten im 13. Jahre.

gradabnahme mit zunehmender Höhe steht ebenfalls im Widerspruch zu dem Befund BEHRNDTS (4), der bei seinen 4jährigen Kieferneinzeltammnackommenschaften eine Zunahme der Schlankheit mit zunehmender Höhe fand. Die Erklärung für diesen Befund ist in gleicher Richtung zu suchen, wie für das Verhalten der Schlankheit auf verschiedenen Standorten.

c) Habituelle und morphologische Unterschiede

Außer in den bereits behandelten Eigenschaften Höhenwuchs, Stärkenzuwachs und Schlankheitsgrad interessiert das Verhalten der verschiedenen Sorten auch noch in einigen anderen Beziehungen. Neben dem gesamten Habitus, der von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist (z. B. Art der Astausbildung und -stellung, Stammform), sind in diesem Zusammenhang eine Reihe weiterer Eigenschaften zu nennen, die zur Unterscheidung der verschiedenen Sorten, insbesondere der Bastarde von den reinen Arten, bedeutungsvoll sein können (z. B. Rindenfarbe, Blütenfärbung, Zapfenform und -größe).

Der Habitus der Bastarde liegt deutlich zwischen den reinen Arten (Abb. 13 bis 15), von denen europaea durchschnittlich durch wenig ausgeprägte Quirle und verhältnismäßig schwache, steil nach oben gerichtete Zweige, leptolepis durch deutlicher ausgeprägte Quirle und starke, weit ausstreichende, etwa im Winkel von 90° vom Stamm ablaufende Äste charakterisiert ist. Daraus resultiert eine ebenfalls intermediäre Kronenform, was auch schon SYRACH LARSEN (63) und SCAMONI (52) feststellten. Neben die-



Abb. 16. Links: Europäerform (5 x 7), rechts: Japanerform (6 x 5) des Bastards. Phot. LANGNER.



Abb. 17. Hinneigen des Bastards zum europäischen Vater (4 x 7: Nr. 535). Phot. LANGNER.

sen durchschnittlichen Werten gibt das vorliegende Material jedoch auch Anhaltspunkte für individuelle Unterschiede. Abbildung 16 zeigt solche Unterschiede zwischen dem Bastard 5 (leptolepis) x 7 (europaea) mit europaea-Form und 6 (europaea) x 5 (leptolepis) mit leptolepis-Form. Besonders deutlich ist das Hinzeigen zum europäischen Vater bei 4 x 7 (Abb. 17). Überhaupt zeigen alle Kombinationen, in denen der außerordentlich zart- und schwachwüchsige, steil- und feinastige Baum 7 mit seinem fast pyramidenförmigen Aussehen als Vater oder Mutter beteiligt ist, ähnliche Formen. Dieses Dominieren des europäischen Elters wird auch von OSTENFELD und SYRACH LARSEN (42) für die Dunkeld-Lärche festgestellt. MUDRICH (35) untersucht diese ganze Frage und kommt zu dem gleichen Ergebnis. Seine weitergehenden Beobachtungen und Messungen, die zur Ausscheidung besonderer mehr oder weniger scharf umrissener Kronentypen führen, werden Gegenstand seiner Dissertation sein.

Die Schaftform wurde im 13. Jahre durch Herrn cand. forest PFLUG nach dem von DENGLER (12) angewendeten Benotungsverfahren bewertet, bei dem die Note 1 bedeutet: ganz gerade, 2: leichte, praktisch nicht ins Gewicht fallende Krümmungen, auch leichter Schlängelwuchs, 3: mittelstarke Krümmungen, über deren spätere Ausgleichung man im Zweifel sein kann und 4: Krümmungen, die sich nicht mehr auswachsen werden. Die Tabelle 4 zeigt, daß die Bastarde auch in der Stammform etwa die Mitte zwischen leptolepis, die am besten abschneidet, und europaea mit schlechteren Formen, rangiert. Auffällig ist besonders der geringe Anteil der mittleren und das Fehlen starker Krümmungen bei den Ba-

Tabelle 4
Benotung der Stammform nach DENGLER (10)
Prozentualer Anteil jeder Wertziffer bei den verschiedenen Sorten

| Sorte | Aira-Standort | | | | | Vaccinium-Standort | | | | |
|------------|---------------|----|----|---|--------|--------------------|----|----|---|--------|
| | Wertziffer | | | | | Wertziffer | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Mittel | 1 | 2 | 3 | 4 | Mittel |
| leptolepis | 59 | 34 | 6 | 1 | 1,48 | 60 | 35 | 3 | 2 | 1,47 |
| europaea | 31 | 57 | 11 | 1 | 1,83 | 32 | 50 | 16 | 2 | 1,87 |
| Bastarde | 38 | 57 | 5 | 0 | 1,67 | 43 | 53 | 4 | 0 | 1,62 |

starden. Unterschiede zwischen den beiden Standortsformen sind nicht feststellbar. Dieses Ergebnis weicht völlig von dem Befund SCAMONI (52) ab, der europaea als an erster, leptolepis als an letzter Stelle stehend beschreibt. Andererseits zeigt das vorliegende Material erhebliche individuelle Verschiedenheiten unter den Bastarden, die zwar wegen oft nur geringer Individuenzahl nicht als voll gesichert angesehen werden können, die aber doch außer allem Zweifel stehen dürften. Neben Sorten, die Säbelwuchs und mehr oder weniger starke Stammkrümmungen aufweisen, gibt es Nachkommenschaften mit den besten reinen Arten gleichwertigen Stämmen. Die Nachkommenschaft 4 x 7 übertrifft in der Stammform sogar ganz eindeutig die meisten übrigen Bastarde und reinen Arten. Ihre mittlere Wertziffer beträgt auf Aira 1,33, auf Vaccinium 1,47 (1,33 auf Aira ist die niedrigste Wertziffer überhaupt, 1,47 auf Vaccinium die viertniedrigste). Stammverkrümmungen, wie sie SCAMONI (52) bei den Eberswalder Bastarden in einem Ausmaße fand (bis zu korkzieherartigen Formen), das ihre Brauchbarkeit für die Praxis in Frage stellen würde, kommen auf der Gahrenberger Fläche überhaupt nicht vor. Man muß daher annehmen, daß die von DENGLEK verwendeten Eltern die Veranlagung für Stammverkrümmungen rezessiv besitzen und diese Eigenschaften daher bei den Nachkommenschaften sichtbar werden können, während die zu dem vorliegenden Versuch verwendeten Kreuzungspartner in dieser Hinsicht eine günstigere Veranlagung haben. Daß die japanischen Eltern der DENGLEKschen Versuchslärchen genetisch von den hier verwendeten stark verschieden sind, geht auch daraus hervor, daß sich unter ihren Nachkommen 47% ausgesprochene Trauerformen mit nach unten gehenden Zweigen erster Ordnung und waagrecht wachsenden Zweigspitzen befinden und daß auch unter den Bastarden 36% mehr oder weniger ausgesprochene Trauerformen darstellen, während im vorliegenden Falle unter den Bastarden wie auch unter europaea überhaupt keine, unter leptolepis auf besserem Standort von 533 Pflanzen nur 3, auf geringerem Standort von 177 nur 4 Stück diese abnorme Wuchsform aufweisen (Abb. 18). Daß auch unter den Selbstungen Trauerformen feh-



Abb. 18. Trauerform bei der japanischen Lärche (B 3: Nr. 311).
Phot. LANGNER.

len, deutet darauf hin, daß die Eltern auch rezessiv keine Veranlagung für Trauerwuchs haben, denn sonst hätten sie wenigstens dabei herauspalteln können.

Die Rindenfarbe der 1jährigen Triebe entspricht den Beschreibungen OSTENFELDS und SYRACH LARSENS (42) sowie DENGLEK (10), nach denen die Bastarde mit ihrer helleren Tönung eine Mittelstellung zwischen den beiden reinen Arten einnehmen (zwischen dem helleren Graugelb der europaea und dem Braunviolett bis Rostrot der leptolepis). Die Feststellung von LEVEN (29), daß helle und dunklere Zweigtypen bei den Bastarden vorkommen, wurde an dem vorhandenen Material nicht getroffen. Auch rötliche oder bräunliche Varianten, wie sie von LAING (24) bei der schottischen Herkunft der europäischen Lärche beschrieben werden, fehlen in dem vorliegenden Material. Sie werden auch von diesem so im Widerspruch zu allen bisherigen botanischen Beschreibungen stehend angesehen, daß man versucht ist, diese als schottische Lärche bezeichnete Form als Bastard oder Bastardnachkommen irgendwelcher Art anzusprechen. Die Nadelnfarbe der europaea ist gelbgrün, die der leptolepis mehr blaugrün, die der Bastarde liegt, wie das auch DENGLEK (10) feststellte, etwa dazwischen. Unterschiede zwischen den beiden Bastarden lepteuropaea und europaeis waren in Übereinstimmung mit DENGLEK (10) nicht ersichtlich. Die Farbe der weiblichen Blüten der leptolepis auf der Versuchsfläche ist grünlich mit mit blaßrotem Rand der Deckschuppen, während europaea purpurblaßrot blüht. Die sonst auch vorkommende grüne Blütenfarbe bei beiden Lärchenarten (LAING 24) konnte bisher nicht gefunden werden. Ebenso nicht die von ihm erwähnte blaßgelbe bei europaea. Die beobachteten weiblichen Blüten der Bastarde sind in Übereinstimmung mit dem Befund von LAING (24) durchgängig ziemlich leuchtend rot bzw. rosa gefärbt. Die von SYRACH LARSEN (65) gefundene große Variabilität in der Blütenfarbe tritt bei dem hier besprochenen Material nicht auf. Dies kann entweder damit zusammenhängen, daß die Bäume mit anderer Blütenfarbe noch nicht geblüht haben, oder damit, daß die Eltern in der Blütenfarbe sehr einheitlich waren. Da Aufschreibungen über die Blütenfarbe der Eltern nicht mehr vorhanden sind und eine erneute Feststellung z. Z. nicht möglich ist, muß die Klärung einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben.

Hinsichtlich der Zapfen bestätigen sich die bisherigen Befunde (OSTENFELD und SYRACH LARSEN 42, SCAMONI 52). Der Zapfen der europaea ist länglich mit fest anliegenden Schuppen, jener der leptolepis rundlich mit stark zurückgebogenen Schuppen. Der Bastardzapfen nimmt mehr eine Mittelstellung ein. Die Zapfenschuppen liegen zum Unterschied von der europaea bei den Bastarden weniger fest an, der ganze Zapfen erreicht jedoch nicht den Grad von Lockerheit wie bei leptolepis. OSTENFELD und SYRACH LARSEN (42) schildern entsprechend die Schuppen gleich entwickelter Zapfen weniger zurückgebogen als bei der japanischen Lärche, während es nach LEVEN (29) auch unter den Bastarden Zapfen mit eng anliegenden, nicht zurückgebogenen Schuppen gibt. Auf Unterschiede zwischen den Zapfen von europaeis und lepteuropaea, die von SCAMONI (52) beschrieben werden, wurde nicht geachtet. Entsprechend den festgestellten Unterschieden im übrigen Wachstum zeigen auch die Zapfen die Tendenz des Luxurierens gegenüber den reinen Arten, sie sind etwas größer als diese. Jedoch schwankt die Größe auch bei den Bastarden von

Stamm zu Stamm in weiten Grenzen, so daß es auch Bastarde mit durchschnittlich kleineren Zapfen als den Zapfen der reinen Arten gibt.

d) Eintritt der Fruchtbarkeit

Bei der Vermessung der Lärchen auf der Freifläche im Herbst 1941 wurden an einer Pflanze bereits ausgebildete Zapfen beobachtet. Diese Pflanze hatte also im 4. Lebensjahre bereits weiblich geblüht. Ob ihr schon im nächsten Jahre andere im Eintritt der Fruchtbarkeit folgten, muß dahingestellt bleiben. Die Feststellungen im Herbst 1947 auf Grund anhängender alter Zapfen ergeben aber, daß mindestens im 8. Lebensjahre ein kleiner Teil bereits weiblich zu blühen begann. Ob gleichzeitig mit den weiblichen auch männliche Blüten gebildet wurden, läßt sich nachträglich nicht entscheiden, weil, wie wir sahen, die weiblichen Blüten auch ohne Bestäubung normale Zapfen auszubilden vermögen (Parthenokarpie). Beobachtungen im Jahre 1948 lassen aber vermuten, daß auch männliche Blüten angesetzt wurden, denn auch die in diesem Frühjahr erstmalig blühenden Stämmchen weisen neben weiblichen männliche Blüten auf. Es hat im übrigen den Anschein, als würde die Blühbarkeit meist mit männlichen und weiblichen Blüten eingeleitet, doch es fehlt in jedem Jahr auch nicht an Stämmchen, die rein männlich oder rein weiblich blühen. Möglicherweise tritt bei Lärche auch ein jährlich alternierendes rein oder vorwiegend weibliches oder männliches Blühen auf. Jedenfalls kann die Beobachtung DENGLERS (10), daß Stämmchen in einem Jahre rein männlich blühen, obgleich sie vom Vorjahre noch trockene Zapfen anhängen haben, auf Grund des vorliegenden Materials bestätigt werden. Rein weibliches Blühen beobachtete der Verfasser an japanischer Lärche im Waldgut Ostdorsel des Herrn Oberforstmeister W. v. LAER bei Raestrup (Westf.). Ähnliche Verhältnisse fand SCHRÖCK bei Kiefer (59). Besonders auffällig war das weibliche Blühen an jungen, ca. 5jährigen Lärchen, die durch Rüsselkäferbefall stark beschädigt waren (Waldgut Ostdorsel). Starke individuelle Unterschiede bestehen offensichtlich. Es gibt neben Bäumen, die sich bereits im Zapfentragen erschöpfen, auch solche, die überhaupt noch keine Blüten ausbilden. Auch LAING (24) berichtet über solche Unterschiede. Er spricht von vorwiegend männlichem oder weiblichem Blühen, völligem Fehlen von Blüten oder von der Ausbildung von nur wenigen männlichen oder weiblichen Blüten. Zur Feststellung von Sortenunterschieden hinsichtlich des Eintritts des Zapfentragens reicht das bisher vorliegende Beobachtungsmaterial nicht aus, doch sind sie zum mindesten

sehr wahrscheinlich. Besonders die Bastarde 5x6 und 6x5 zeichnen sich durch über dem Durchschnitt liegendes Zapfentragen aus (88% auf Aira-, 57% auf Vacciniumstandort). Ob dies ganz allgemein für die Bastarde gilt, wie das LAING (24) annimmt, muß noch dahingestellt bleiben. Gesichert erscheint dagegen, daß die Bastarde, wie schon SYRACH LARSEN (63) feststellte, fruchtbar sind.

e) Zapfentragen und Wuchskraft

Im Zusammenhang mit früherem Zapfentragen wird häufig behauptet, daß es die unwüchsigen Typen seien, die zuerst blühen oder aber, daß frühes Fruchten die Wuchskraft vorzeitig aufbrauche und daß sowohl das Höhen- als auch das Stärkenwachstum dadurch zurückgingen. In diese Richtung weisen insbesondere Untersuchungen, die ROHMEDE (49) bei Esche durchführte, bei der die weiblichen Stämme eine geringere Wachstumsleistung zeigten als die männlichen, die ja gegenüber den weiblichen einen bedeutend geringeren Nährstoffverbrauch dadurch haben, daß bei ihnen keine Samenbildung stattfindet. Die Tabelle 5 zeigt, daß bei Lärche von einem solchen Zusammenhang im 11. und 13. Jahre jedenfalls noch nicht gesprochen werden kann. Soweit Unterschiede zwischen den Höhen- und Durchmesserwerten der Zapfenträger und der Nichtzapfenträger bestehen, sind sie nicht signifikant ($D/mD < 3$). Bei den Bastarden sind die Zapfenträger sogar bei gleicher oder annähernd gleicher Höhe stärker als die Nichtzapfenträger. Doch auch diese Unterschiede sind nicht gesichert.

Da, wie wir sahen, der Schlankheitsgrad mit zunehmender Höhe abnimmt, lag es nahe, einmal zu untersuchen, ob in dieser Hinsicht zwischen Zapfenträgern und Nichtzapfenträgern ein grundsätzlicher Unterschied besteht. Ein solcher Unterschied läßt sich an den Mittelwerten deshalb nicht ohne weiteres erkennen, weil möglicherweise zapfentragende und nichtzapfentragende Stämme auf die verschiedenen Höhenklassen ungleichmäßig verteilt sein können. Erst eine Ausschaltung dieses Unsicherheitsfaktors ermöglicht eine richtige Beurteilung. In der Abbildung 19 sind deshalb die im 11. Lebensjahre errechneten Schlankheitsgrade jener Stämme, die bis zum 11. Lebensjahre nachweislich bereits Zapfen getragen haben, über der Höhe aufgetragen und mit den Schlankheitsgraden der übrigen Stämme verglichen. Es ergibt sich: Auf beiden Standorten sind bei sämtlichen ausgeschiedenen Sorten (leptolepis, europaea und Bastarde) die Zapfenträger die weniger schlanken, ein Ergebnis, das mit dem Befund von LAING (24) bei europaea übereinstimmt, nach dem die nicht blühenden Stämme die weni-

Tabelle 5

Wüchsigkeit der 11 und 13jährigen Bäume, die im 11. Jahre bereits fruktifiziert hatten
(ohne Selbstungen und mit Nachkommen aus frei abgeblühten Bäumen)

| Sorte | Höhe der | | D/mD zwischen Zapfenträgern u. Nichtzapfen- trägern | Durchmesser der | | D/mD zwischen Zapfenträgern u. Nichtzapfen- trägern | Stückzahl der | |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|--|----------------------|------------------------|
| | Zapfen- träger | Nichtzapfen- träger | | Zapfen- träger | Nichtzapfen- träger | | Zapfen- träger | Nichtzapfen- träger |
| | 11 j. (13 j.) m m | 11 j. (13 j.) m m | 11 j. (13 j.) m m | 11 j. (13 j.) mm mm | 11 j. (13 j.) mm mm | 11 j. (13 j.) m m | 11 j. (13 j.) m m | 11 j. (13 j.) m m |
| Auf Aira- Standort: | | | | | | | | |
| Reine Arten | 6,1 (7,3) | 6,4 (7,6) | 2,8 (2,3) | 103 (121) | 103 (125) | 0,0 (1,3) | 109 (100) | 462 (442) |
| Bastarde | 7,4 (8,5) | 7,3 (8,6) | 0,7 (0,8) | 128 (149) | 121 (142) | 2,0 (2,0) | 144 (143) | 85 (84) |
| Auf Vaccinium- Standort: | | | | | | | | |
| Reine Arten | 5,1 (6,0) | 5,3 (6,2) | 1,0 (0,8) | 73 (89) | 73 (90) | 0,0 (0,2) | 34 (32) | 126 (121) |
| Bastarde | 7,1 (8,1) | 7,1 (8,3) | 0,0 (0,5) | 118 (138) | 109 (129) | 1,3 (1,2) | 23 (23) | 46 (45) |

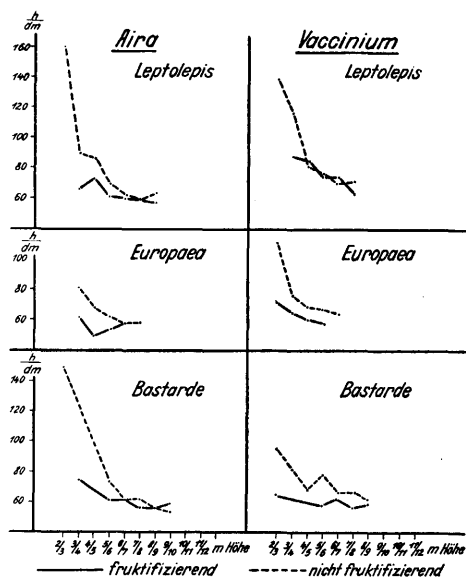


Abb. 19. Die Schlankheitsgrade der 11jährigen Bäume, die im 11. Jahre bereits fruktifiziert haben, verglichen mit den Bäumen ohne Zapfenanhang gleicher Höhe.

ger dicken seien. Darüber hinaus zeigt sich außerdem, daß mit zunehmender Höhe der Stämme der Unterschied zwischen Zapfen- und Nichtzapfenträgern rasch kleiner wird, bis bei den großen Stammhöhen die Kurven der Schlankheitsgrade zusammenlaufen, was dadurch erreicht wird, daß die Schlankheitsgrade bei den Stämmchen ohne Zapfen sehr viel rascher abnehmen, als bei den Stämmen mit Zapfen. Aus diesem Befund könnte man auf folgenden Verlauf des Dickenwachstums im Zusammenhang mit der Fruktifikation schließen: Mit dem Zapfentragen beginnen die stärksten jeder Höhenklasse. Der Eintritt der Fruchtbarkeit ist also vom Erreichen eines bestimmten Vorsprunges des Dickenwachstums vor dem Höhenwachstum, vermutlich gleichbedeutend mit einer größeren Anreicherung von Reservestoffen, abhängig. Nach Eintritt des Fruchtwachstums wird von den bisher für den Stärkenzuwachs verwendeten Bildungsstoffen soviel für die Ausbildung der Fruchtkörper verbraucht, daß diese zur Aufrechterhaltung des bisherigen Stärkenwachstums nicht mehr ausreichen. Die Folge ist eine Bremsung des mit zunehmender Höhe normalen Rückganges des Schlankheitsgrades. Der Vorsprung im Stärkenzuwachs geht allmählich wieder verloren. Da andererseits die nicht zapfentragenden Bäume inzwischen mit zunehmender Höhe unvermindert und unverhältnismäßig stark in die Dicke wachsen, also einen sehr rasch absinkenden Schlankheitsgrad aufweisen, kommt es somit sehr bald zu dem beobachteten Zusammenlaufen der Schlankheitskurven. Daß sich der Entzug von Bildungsstoffen im wesentlichen auf den Stärkenzuwachs und nicht auf den Höhenzuwachs auswirkt, würde der primären Stellung des Höhenwachstums, die bereits auf Seite 11 erörtert und bestätigt wurde, entsprechen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß entsprechend der herkömmlichen Auffassung im Laufe der Zeit eine Schwächung durch Zapfentragen eintreten könnte. Schließlich wäre es theoretisch denkbar, daß diese Schwächung die Grenze der Lebenskraft erreicht und zu einer Erhöhung der Sterblichkeit der Zapfenträger führt. Anhaltspunkte für eine solche Schwächung lassen sich allerdings bisher bei dem vorliegenden Material nicht finden. Es zeigte sich vielmehr im Herbst 1947, daß von den auf der Fläche noch

vorhandenen abgestorbenen japanischen Lärchen, für die einzig ein ausreichendes Material zur Verfügung steht, etwa der gleiche Prozentsatz Zapfenträger sind, wie von den noch lebenden (20 bzw. 19% auf Airastandort, 16 bzw. 18% auf Vacciniumstandort). Jedoch kann dieses Ergebnis keinen Anspruch auf Endgültigkeit erheben, denn es ist zweifellos möglich, daß mit fortschreitendem Alter eine höhere Sterblichkeit der Zapfenträger eintritt. Auch das bisher beobachtete Fehlen eines Unterschiedes zwischen Aira- und Vacciniumstandort kann nur als ein vorläufiges Ergebnis gewertet werden.

Schröck (59) fand bei Kiefer, daß die Frühblüher verschiedentlich sogar Heterosis aufwiesen. Er nimmt an, daß dieses luxurierende Wachstum, ebenso wie das frühe Blühen, auf die Einkreuzung fremder Rassen zurückzuführen sei. Die größere Blühbereitschaft bei einem Teil der Bastardlärchen deutet zwar in diese Richtung, die Tatsache aber, daß ein anderer Teil diese Unterschiede gegenüber den reinen Arten weniger besitzt, läßt auch den Schluß zu, daß es sich um zufällige sortenmäßige Veranlagung handelt. Übereinstimmung besteht jedenfalls in der Feststellung, daß die zapfentragenden den nichtzapfentragenden Bäumen in ihrer Wüchsigkeit im Durchschnitt nicht oder wenigstens noch nicht unterlegen sind. Es wäre wünschenswert zu untersuchen, ob auch bei der Kiefer der bisher geschilderte Zusammenhang zwischen Höhe, Durchmesser und Zapfentragen besteht.

f) Zapfentragen und Stammform

LAING (24) stellt fest, daß die bei der europäischen Lärche nicht blühenden Exemplare geradere Stämme aufweisen, als die bereits blühenden. Auch die Äste seien dicker und nicht so lang. Über die letztgenannten Eigenschaften wurden Untersuchungen nicht ausgeführt. Dagegen ergab eine Benotung der Stammform bei sämtlichen Sorten in Übereinstimmung mit diesem Befund bei europaea ebenfalls eine deutliche Überlegenheit der Nichtzapfentragenden gegenüber den Zapfentragenden (Tabelle 6).

Tabelle 6
Benotung der Stammform nach DENGLER (10)
für die einzelnen Sorten
(Getrennt nach Zapfenträgern und Nichtzapfenträgern)

| Sorte | Aira-Standort | | Vaccinium-Standort | |
|-------------------------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Zapfen-träger | Nicht-zapfen-träger | Zapfen-träger | Nicht-zapfen-träger |
| leptolepis | | | | |
| frei abgeblüht | 1,73 | 1,55 | 2,67 | 1,24 |
| leptolepis Individualkreuzung | 1,67 | 1,38 | 1,80 | 1,45 |
| europaea | | | | |
| frei abgeblüht | 2,00 | 1,68 | 2,13 | 1,82 |
| europaea Individualkreuzung | 2,20 | 2,12 | 2,00 | 1,88 |
| lepteuropaea | 1,66 | 1,63 | 1,63 | 1,66 |
| eurolepis | 1,82 | 1,57 | 1,57 | 1,43 |

g) Aufblühen und Austreiben

Untersuchungen über das Aufblühen und Austreiben wurden vom Verfasser nicht durchgeführt. Nach von Herrn Dr. H. MUDRICH freundlichst zur Verfügung gestellten Beobachtungen erfolgt das Aufblühen beider Geschlechter im großen und ganzen sowohl bei den reinen Arten als auch bei den Bastarden innerhalb jeder Sorte gleichzeitig. Die größten festgestellten Unterschiede

betrugen nach dessen Untersuchungen in der Regel nur etwa 1 bis 2 Tage, wobei die männlichen am Schluß blühen (Metandrie). Diese Erscheinung steht tendenzmäßig im Einklang mit der Mitteilung von LAING (24), der in Nordostschottland bei europaea den weiblichen Blühbeginn mit dem 17. März, den männlichen mit dem 3. bis 8. April angibt. Die Blühzeiten der beiden reinen Arten überschneiden sich, was auch durch die eingehende, sich über mehrere Jahre erstreckende Untersuchung von LEVEN (29) und durch die Beobachtungen von LAING (24) für Schottland bestätigt wird. Die Bastarde blühten auf der Versuchsfläche im allgemeinen früher als die reinen Arten. Nach LAING soll der Bastard aber gleichzeitig mit der japanischen Lärche blühen. Der Nadelaustrieb erfolgt meist nach dem Blühbeginn, aber auch durchaus nicht immer. So blühten im Frühjahr 1948 nach MUDRICHs Beobachtungen einige Sorten (2 x 1 und 5 x 6) sogar erst nach dem Laubaustrieb. Das Austreiben selbst ist sorten- und artweise ziemlich verschieden. Neben ganz frühem und spätem Austreiben gibt es alle Übergänge. Ähnliche Beobachtungen hinsichtlich des Austreibens machte Herr cand. forest ZAREMBA. Nach ihm gibt es früh- und schnell-, früh- und langsam-, spät- und schnell- sowie spät- und langsamaustreibende Typen. Europaea zählt dabei zur Gruppe der früh- und schnell austreibenden, während die übrigen Sorten auf die anderen Gruppen verschieden verteilt sind. Der Unterschied im Austreiben zwischen europaea und leptolepis ist am stärksten, der zwischen europaea und den Bastarden schon wesentlich geringer und der zwischen leptolepis und den Bastarden ist überhaupt nicht gesichert. Es sieht also so aus, als bestünde im Austreiben ein Hinneigen der Bastarde zu dem japanischen Elter.

h) Pflanzenabgang

Die Fähigkeit einer Population, die mit ihrer Versetzung aus dem Verschulbeet auf die Freifläche durch Wurzel- und Sproßverletzung, durch Darbietung anderer Bodenverhältnisse und eines anderen Mikroklimas verbundene Störung der Lebensfunktion zu überstehen, gibt einen guten Weiser für ihre allgemeine Widerstandskraft gegenüber Umwelteinflüssen. Empfindliche Pflanzenpopulationen werden einen hohen Ausfall haben, widerstandsfähige keinen oder nur einen geringen Pflanzenabgang. Bereits auf Seite 8 konnte gezeigt werden, daß die europäische Lärche in ihrem Höhenwuchs stärker als die japanische unter dem Verpflanzen auf die Freifläche gelitten hat, daß sie aber im 5. Jahre dieses Zurückbleiben wieder aufholte. Ferner zeigte sich, daß die Bastarde am leichtesten das Verpflanzen überstanden. Hinsichtlich der Bodenempfindlichkeit war dagegen die japanische Lärche die labilste, indem sie auf dem trockeneren Vacciniumstandort einen bedeutend größeren Rückgang aufwies, als die europäische. Es zeigt sich, daß die europäische Lärche zunächst nach dem Auspflanzen (1939 bis 1941) mit einem Ausfall von 28% die stärkste Schädigung durchzumachen hat, daß aber in den Jahren 1942 bis 1947 keine Abgänge mehr zu verzeichnen sind. Die japanische Lärche reagiert auf das Verpflanzen zunächst bedeutend weniger (18% Ausfall), verliert dann aber bis 1947 nochmals 18%, so daß sie im ganzen mit 36% Verlust sogar noch um 8% schlechter dasteht, als die europäische. Von 1947 bis 1949 tritt bei den reinen Arten nur noch ein unwesentlicher Abgang ein. Die Bastarde verhalten sich kurz nach dem Verpflanzen ähnlich wie leptolepis, wei-

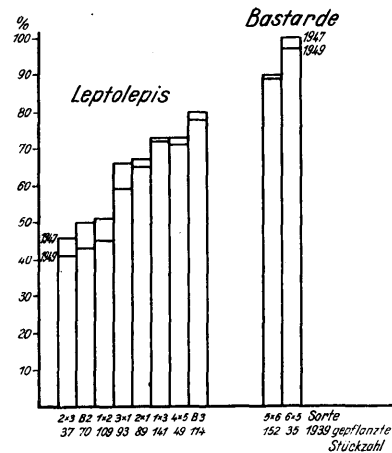


Abb. 20. Prozentsätze der 1947 und 1949 noch lebenden Pflanzen (Pflanzenzahl 1939 = 100) auf Airastandort.

sen aber späterhin bis 1949 überhaupt keinen Abgang mehr auf. Sie sind also die Widerstandsfähigsten. Auf Vacciniumstandort ergeben sich bis 1947 größere Abgänge als auf Airastandort, und zwar bei europaea um 21%, bei leptolepis um 17% und bei den Bastarden nur um 12%. Von 1947 bis 1949 ist auf beiden Standorten für europaea völliger Stillstand im Pflanzenabgang eingetreten, mit nur 1% weisen die Bastarde Verluste auf, und lediglich leptolepis zeigt noch etwas höheren Abgang (3% auf Aira- und 4% auf Vacciniumstandort). Ob hinsichtlich der Pflanzenabgänge Sortenunterschiede bestehen, was für die Kiefer BEHRNDT (4) nachweisen konnte, läßt sich auf Grund des vorliegenden Materials schlecht entscheiden, weil die Individuenzahl der einzelnen Sorten oft sehr niedrig ist. Immerhin läßt die Abbildung 20 vermuten, daß zwischen einzelnen Nachkommenschaften von leptolepis solche individuellen Unterschiede in der Lebenskraft bestehen und daß die Widerstandskraft der Bastarde, deren eine Sorte bis 1947 überhaupt keine Abgänge hatte, besonders groß ist.

i) Krebsbefall

Die japanische Lärche wird im Gegensatz zu den alpinen Herkünften der europäischen Lärche als nahezu immun gegen den Befall durch den Krebspilz *Dasyscypha Willkommii* bezeichnet (PLASSMANN 44). Da an den europäischen Eltern unserer Bastarde bereits im Jahre 1936 Krebsbefall festgestellt wurde, schien es angebracht, das Verhalten der Bastarde in dieser Hinsicht zu beobachten. Für ihre Anbauwürdigkeit würde es von größter Bedeutung sein, wenn sie die Immunität ihres japanischen Elters übernommen hätten. Der in Schottland natürlich entstandenen Bastardlärche (*lepteuropaea*) wird von HENRY und FLOOD (17) volle Immunität zugesprochen. Trotz unmittelbarer Nachbarschaft krebsverseuchter Europäerlärchen ist der Bastard völlig krebsfrei geblieben. Die genaue Durchsicht der aus den vorliegenden eigenen Kreuzungen entstandenen Nachkommenschaften ergab, daß von den lebenden Stämmen weder die japanischen noch die europäischen Lärchen, noch auch die Bastarde irgendwelche Anzeichen von Krebsbefall aufwiesen. Hingegen konnte festgestellt werden, daß an Zweigen abgestorbener japanischer Lärchen in größerem Umfang und unabhängig vom Standort Fruchtkörper dieses Pilzes anzutreffen sind (von 176 Toten hatten 78 krebsverpilzte Zweige), ohne daß auf den abgestorbenen Zweigen

irgendwelche Krebsbeulen zu finden gewesen wären, ein Tatbestand, den auch PLASSMANN (44) verschiedentlich feststellte. Für europaea scheint etwa das gleiche Verhältnis vorzuliegen, doch ist ein sicherer Schluß nicht möglich, weil nur 4 tote Pflanzen vorhanden waren, von denen die eine krebsverpilzte Zweige aufwies. Ebenso erlaubt das Verhalten der Bastarde wegen der zu kleinen Zahl abgestorbener Stämmchen kein Urteil, doch ist auf keinem der 6 vorhandenen toten Pflanzen Krebsbefall nachweisbar. Aus diesem Tatbestand läßt sich einerseits ersehen, daß der Pilz die Zweige erst nach ihrem Absterben besiedelt hat, denn sonst müßten irgendwelche Überwallungswülste an den Zweigen zu finden sein, zum andern, daß der Pilz in seiner saprophytischen Phase (LANGNER 25) keinerlei Unterschied zwischen europäischer und japanischer Lärche macht, ein Verhalten, das zu erwarten war, da der Pilz ja auch ohne Schwierigkeiten auf künstlichem Nährboden kultiviert werden kann. Aus

der völligen Krebsfreiheit aller lebenden Pflanzen läßt sich jedoch über das Vorliegen evtl. Immunität nichts aussagen. Für die europäische Lärche muß vielmehr auf Grund ihres sonstigen Verhaltens gegenüber dem Krebspilz angenommen werden, daß ihr Gesundbleiben auf besondere standörtliche Verhältnisse der Versuchsfläche und auf den völligen Freiland, in dem sie erwächst, zurückzuführen ist. Offensichtlich tritt auf dem nach Norden geneigten Hang keinerlei Verfrühung der Kambialtätigkeit auf, so daß Spätfröste (MÜNCH 37, 38) keine Infektionspforten durch Abtötung von Gewebeteilen zu schaffen vermögen. Außerdem wird sich gefährliche Kaltluft auf dem Hang nicht halten können, sondern gefördert durch den Freiland der Lärchen ungehindert abfließen, bevor sie Schaden anzurichten vermag. Die Entscheidung über die Frage der Krebspilzempfindlichkeit der verschiedenen Kreuzungen, der reinen Arten und der Bastarde muß daher vorläufig noch zurückgestellt werden.

(Fortsetzung folgt in Heft 2.)