

haben. Diese Triebe haben teilweise einen verschiedenen Habitus. Abbildung 10 zeigt 2 solcher Triebe, von denen der eine deformierte und sehr viel stärker gezähnte Nadeln hat als der benachbarte Trieb (Abb. 10a). Auch hatte ein dicker Keimling aus der Nachkommenschaft eines hellgelb austreibenden Baumes (LANGNER 1952) einen größeren gelben Trieb mit langen, schlanken Nadeln und einen kleinen kurzadeligen dunkelgrünen Trieb (Abb. 11). Auch ergaben zytologische Untersuchungen solcher dicker Pflanzen, über die noch zu einem späteren Zeitpunkt zu berichten sein wird, Zellen verschiedener Valenzstufen in ein und derselben dicken Pflanze, wie es ähnlich auch bei einigen der miteinander verwachsenen Pflanzen an den beiden Wurzelspitzen, sowie auch von dem großen und kleinen Partner ungleicher Zwillingspaare beobachtet werden konnte. Sicherlich ist dies aber nicht die einzige Entstehungsursache, was daraus hervorgeht, daß bei einzelnen Bäumen eine große Anzahl der dicken Pflanzen triploid war.

### Zusammenfassung

In den Nachkommenschaften von 322 frei abgeblühten Bäumen und künstlichen Kreuzungen von *Picea Abies* wurden bei 135 Bäumen (41,9%) Mehrlinge, bei 93 Bäumen (28,8%) Verkehrtkeimer (mit dem Sproß zuerst keimende Pflanzen) und bei 39 Bäumen (12,1%) dicke Keimlinge ausgelesen und getrennt nach verschiedenen Typen beschrieben. Über die Häufigkeit des Vorkommens dieser Abnormitäten wird berichtet. Es ist anzunehmen, daß genetische Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen das verschieden häufige Auftreten der Mehrlinge

verursachen. Außerdem werden morphologische Beobachtungen an einjährigem Pflanzenmaterial mitgeteilt und zytologische Untersuchungen angekündigt.

### Summary

Title of the paper: *Seedling abnormalities* in *Picea Abies* (L.) KARST. The progeny of 322 free pollinated trees and artificial crossings in *Picea Abies* (L.) KARST. were examined. 135 trees (41,996) produced „multiple“ seedlings; 93 trees (28,896) produced seedlings with reversed germination (cotyledons developing before the radicle) and. 39 trees (12,1%) produced thickened seedlings. This abnormalities were divided into six different types. Information will be given about the frequency of these abnormal growths. It is thought that the variation in frequency of production of „multiple“ seedlings is due to the differing inherent characteristics of the parent trees. Information about the morphological and cytological characteristics of the one year seedlings will also be given.

### Literatur

BUCHHOLZ, J. T.: Suspensor and early embryo of *Pinus*. Bot. Gaz. 66, 185–228 (1918). — BUCHHOLZ, J. T.: Embryo development and polyembryony in relation to the phylogeny of conifers. Amer. J. Bot. 7, 125–145 (1920). — BUCHHOLZ, J. T.: Polyembryony among Abietineae. Bot. Gaz. 69, 153–167 (1920). — CLARE, T. S. and JOHNSTONE, G. R.: Polyembryony and germination of polyembryony coniferous seed. Amer. J. Bot. 18, 674–683 (1931). — ILLIES, Z. M.: Auslese von Mehrlingskeimlingen in Einzelbaumnachkommenschaften von *Picea Abies*. Z. Forstgenetik 2, 21 (1952). — LANGNER, W.: Die diagnostische Bedeutung eines *Aurea*-Faktors bei *Picea Abies* für die genetisch wirksame Pollenverbreitung, Z. Forstgenetik 2, 21–22 (1952).

(Aus dem Forstbotanischen Institut der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen in Hann. Münden)

## Die Ausformung der Lärchenjugendkrone in Abhängigkeit von Boden und Veranlagung<sup>1)</sup>

VON HERFRIED MUDRICH

Spezielle Untersuchungen über die Ausformung der Lärchenkrone sind bisher noch nicht erschienen. In der Literatur finden sich nur allgemeine, auf Schätzungen und Beobachtungen beruhende Beschreibungen. In der vorliegenden Arbeit soll im Gegensatz dazu versucht werden, auf Grund einer exakten statistischen Untersuchung die Lärchenjugendkrone zahlenmäßig zu beschreiben und dadurch einen objektiven Vergleichsmaßstab zu schaffen. Dabei soll gleichzeitig der Einfluß des Standortes<sup>2)</sup> und des Erbgutes auf die Ausformung der Lärchenkrone untersucht werden.

### A. Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial standen rund 1400 13jährige japanische (*Larix leptolepis* GORD.) und europäische (*Larix europaea* D.C.) Lärchen sowie gleichalte Hybriden beider Lärchenarten zur Verfügung. Sie waren aus einem Kreuzungsversuch LANGNERS (1951) in Müncheberg 1936 hervorgegangen und auf einer Versuchsfläche im

Forstamt Gahrenberg angebaut worden. LANGNER (1951) hatte 5 japanische (Nr. 1 bis 5) und 2 europäische (Nr. 6 und 7) Lärchen teils freier Bestäubung ausgesetzt und teils miteinander gekreuzt. Die entstandenen Nachkommenschaften werden in dieser Arbeit unter Bezeichnung geführt, die die Art ihrer Entstehung erkennen lassen (Übersicht 1).

Die sehr weitständige Begründung ließ eine gute Beurteilung der Kronenform sowohl im Hinblick auf den Einfluß der verschiedenen Bodenformen der Versuchsfläche, als auch auf den Einfluß des Erbgutes zu.

Die Verteilung der Nachkommenschaften auf der Versuchsfläche ist bei LANGNER (1951) dargestellt. Die Pflanzen, die aus Samen solcher Pflanzen 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  $1 \times 3$ ,  $2 \times 1$  und  $5 \times 6$  und 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 (LANGNER 1951).

Der Standort wurde von GANSEN untersucht und nach folgenden vier Standortformen unterschieden (LANGNER 1951):

a) Braune, nicht gebleichte Böden auf Sandstein mit Lößresten, zumeist auf sehr geringem Hang oder in ebener Lage. Kein Roh-

<sup>1)</sup> Gekürzte Wiedergabe einer im Forstbotanischen Institut der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen in Hann. Münden (Direktor: Prof. Dr. Schmucker) angefertigten Dissertation.

<sup>2)</sup> Unter Standort wird in diesem Zusammenhang nur der Boden verstanden, da die übrigen Standortsfaktoren nicht als variierende Umweltfaktoren in Erscheinung treten.

Übersicht 1. Bezeichnung der Nachkommenschaften

	<i>L. leptolepis</i>	<i>L. europaea</i>	<i>L. lepteuropaea</i> ( <i>L. lept.</i> ♀ × <i>L. eur.</i> ♂)	<i>L. eurolepis</i> ( <i>L. eur.</i> ♀ × <i>L. lept.</i> ♂)
Blüten nicht eingetütet, nicht künstlich befruchtet, sondern frei abgeblüht	B 1, B 2, B 3, B 4, B 5	B 6, B 7		
Blüten eingetütet, künstliche Kreuzungsbefruchtung	$1 \times 2, 2 \times 1$ $1 \times 3, 3 \times 1$ $2 \times 3, 3 \times 2$ $4 \times 5$	6 × 7, 7 × 6	$2 \times 6$ $4 \times 6$ $4 \times 7$ $5 \times 6$ $5 \times 7$	$6 \times 4$ $7 \times 4$ $6 \times 5$ $7 \times 5$

humus und kein Grusanteil im Oberboden.

b) Mäßig bis schwach gebleichte Böden ebenfalls auf Sandstein und mit geringeren Lößresten. Grusanteil der Oberkrume etwa 10%, der erst im flachen Untergrund etwas stärker wird

c) Stark grusige (bis 60% der Oberkrume), sandige und steinige Böden, gebleicht, ohne oder fast ohne Lößreste, durchlässig, trocken.

d) Stauwasserbeeinflusste, weiß-rostig gefärbte und gefleckte Böden auf ebener Lage und in kleinen Mulden. Stets viel Lößreste, Grusanteil nur sehr gering (5%). Zeitweiliger Bodenwasserrückstau, Vernässung.

Da die Kronenform das Ergebnis des Zusammenwirkens vor allem der Länge, der Anordnung, des Ablaufwinkels und der Krümmung der Äste sowie der Ausbildung des Wipfeltriebes ist, wurden zur Erfassung der vorkommenden Formen zunächst zwei Extremtypen zahlenmäßig bestimmt, zwischen denen alle übrigen Typen eingeordnet werden sollten:

1. Der *Zapfentyp* (Z-Typ). Er zeigt einen sehr schlanken Habitus. Der Kronenumriß entspricht etwa einem Fichtenzapfen. Die Äste sind kurz (Formeigenschaft I), schraubig angeordnet (II), aufstrebend (III) und nur leicht aufwärts gekrümmt (IV). Ein deutlich ausgeprägter Wipfeltrieb ist nicht wahrzunehmen. Vielmehr zeigen mehrere der oberen Äste das Bestreben, sich aufzurichten und die Führung zu übernehmen, so daß der Wipfel abgerundet erscheint. Der Z-Typ tritt in seiner reinen Form nur bei der europäischen Lärche auf.

2. Der *Glockentyp* (G-Typ). Er ist durch einen sehr breiten, glockenförmigen Umriß charakterisiert. Die Äste sind lang (I) und bis auf den oberen Schaftteil in stark ausgeprägten Quirlen angeordnet (II), zwischen denen sich nur sehr wenige dünne Zwischenäste befinden. Sie gehen im rechten Winkel vom Stamm ab (III) und sind stark aufwärts gekrümmt (IV), so daß die Astspitzen fast senkrecht emporstreben. Der Wipfeltrieb ragt weit über die oberen Seitentriebe hinaus (V). Der G-Typ tritt bei der japanischen Lärche hervor.

Die Erfassungsmethode geht von der Annahme aus, daß diese beiden Typen an der Gestaltung der Kronenform des Einzelstammes in einem bestimmten Verhältnis beteiligt sind. Der Anteil des Z-Typs wird in Prozenten angegeben (Kronenformzahl K). Der Anteil des G-Typs entspricht dann der Differenz bis 100% und wird nicht besonders erwähnt. So bedeutet z. B.  $K = 67$ , daß der Z-Typ zu 67% und der G-Typ zu 33% an der Ausformung der betreffenden Krone beteiligt sind. Der Anteil der beiden Kronentypen wird jedoch nicht durch Schätzung, sondern durch Messung der einzelnen formbestimmenden Eigenschaften (Länge, Anordnung, Ablaufwinkel und Krümmung der Äste, Wipfelform) ermittelt. Dabei wird unterstellt, daß jede dieser fünf Eigenschaften die Kronenform zu einem Fünftel mitbestimmt. Die Anteile des Z- und G-Typs an dieser Formeigenschaft müssen sich also zu 20% ergänzen. Der Z-Typ-Anteil wird als *Kennzahl*  $k$  bezeichnet. Danach heißt z. B.  $k = 14$ : Von den 20% einer Formeigenschaft entfallen 14% auf den Z-Typ und 6% auf den G-Typ. Die Kennzahlen

werden in der oben gebrachten Reihenfolge nebeneinander geschrieben. Ihre Summe liefert die *Kronenformzahl* K, die als Schlußzahl angefügt und unterstrichen wird. Durch die Kennzahlen 14/6/8/14/0/42 wird z. B. eine Lärche mit ziemlich kurzen, überwiegend quirlig angeordneten und waagrecht ablaufenden, nur mäßig aufwärts gekrümmten Ästen und spitzem Wipfel beschrieben.

Die Kennzahlen wurden mit Hilfe besonderer Formeln errechnet, die im Original der Dissertation am Forstbotanischen Institut in Hann. Münden eingesehen werden können. Die Kennzahlformeln gestatten die Berechnung von Zwischenwerten für alle zwischen den beiden Extremen vorkommenden Verhältnisse. So wird z. B. die Länge der Äste (Eigsch. I) als Sehnenlänge  $L$  vom Ablaufpunkt bis zur Astspitze der in halber Stammhöhe ablaufenden Äste gemessen und zur Stammhöhe  $h$  ins Verhältnis gesetzt. Beträgt das Verhältnis  $h:L = l$  und ist  $l = 5$ , so liegen die Voraussetzungen für den Z-Typ vor. Die Kennzahl  $k_Z = 20$ . Beträgt  $l = 3$ , so ist der G-Typ gegeben. Die Kennzahl  $k_G = 0$ . Zwischenwerte für diese Formeigenschaft werden nach der Formel  $k = 10(l - 3)$  berechnet. Ist z. B.  $h:L = l = 3,8$ , so beträgt  $k = 10(3,8 - 3) = 8$ . Zur Ermittlung der Kennzahlen wurde ein *Typenlineal* entwickelt, das, da es nur auf Verhältnisse ankommt, nach der Visiermethode auf der Grundlage des Strahlensatzes arbeitet und so konstruiert ist, daß die Kennzahlen ohne Umrechnung abgelesen werden können. Ein Modell des Typenlineals liegt als Belegstück dem Forstbotanischen Institut in Hann. Münden vor.

Auf Grund der Kennzahlen können für beide Typen schematische Zeichnungen angefertigt werden (Abb. 1). In Abbildung 2 sind die Photographien von 2 Lärchen, die annähernd dem Z- bzw. dem G-Typ entsprechen, mitsamt ihren Kennzahlen derartigen Schemazeichnungen gegenübergestellt.

Aus den Kennzahlen aller Lärchen der Kollektive der Versuchsfläche wurden schließlich für jedes Kollektiv die arithmetischen Mittel berechnet, die als Kennzahlen des *Normaltyps* (*N-Typ*) bezeichnet werden. Der *N-Typ* wird durch Vorsetzen eines *N* vor die Nummer des Kollektivs dargestellt; z. B. *N B 3* (2). Aus einigen *N-Typen* wurden *übergeordnete Normaltypen* errechnet; z. B. aus *N 1* × *3* (1), *N 1* × *3* (2) 39 gz und *N 1* × *3* (2) 72 l der *übergeordnete N-Typ* *N 1* × *3*<sup>3)</sup> als *gewichtetes Mittel*. Das Gewicht ist durch die Stammzahlen gegeben. Bei der Zusammenfassung reziproker Kreuzungen wurde nicht das gewichtete, sondern das *einfache* arithmetische Mittel benutzt, um beiden Partnern trotz unterschiedlicher Stammzahl gleiches Gewicht zukommen zu lassen. So wurde z. B. aus *N 1* × *3* und *N 3* × *1* ein *gemeinsamer Normaltyp* *N 1/3*<sup>4)</sup> als einfaches arithmetisches Mittel gebildet.

Will man die *N-Typen* verschiedener Kollektive einander gegenüberstellen, so bildet man für jede Formeigenschaft und für die Kronenformzahl die *Kennzahl*-Differenzen  $Dk = k_1 - k_2$  bzw.  $DK = K_1 - K_2$  (Index 1 und 2 bedeuten dabei LÄ 1 und LÄ 2). Ist die Differenz  $D$  positiv, so neigt LÄ 1 in der betr. Eigenschaft mehr zum Z-Typ als LÄ 2, ist  $D$  negativ, so neigt sie mehr zum G-Typ. Auch über das Ausmaß der Verschiedenheit geben die Dif-

<sup>3)</sup> Zum Unterschied vom *N-Typ* der Einzelkollektive mit einem Strich über der Zeile versehen.

<sup>4)</sup> Zur besseren Hervorhebung wurde diese Bezeichnung unterstrichen.

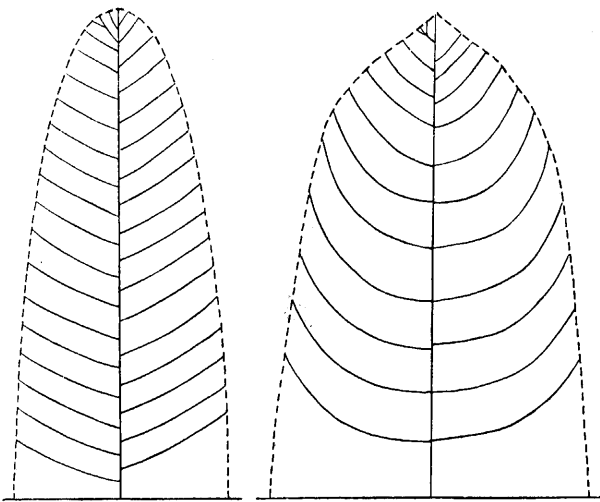


Abb. 1. Die extremen Kronenformen. Links: Schema des Z-Typs; rechts: Schema des G-Typs.



Abb. 2. Beispiele für die Extremformen. — Links: Z-Typ (ELä Nr. 746), Kennzahlen — 20/20/10/20/20//90. — Rechts: G-Typ (JLä Nr. 258) Kennzahlen 12/0/6/12/0//30. — Phot. LANGNER.

ferenzen Auskunft. Sie werden zwecks weiterer Vereinfachung und Verdeutlichung zu Gruppen zusammengefaßt:

Vorzeichen	$D_k$	$D_K$	Gruppenbezeichnung
±	1—5	1—15	etwas
±	6—10	16—30	merklich
±	11—15	31—45	erheblich
±	16—20	46 u. mehr	auffallend

Beispiel: Lā 1 und Lā 2 sind zahlenmäßig gegenübergestellt, indem die Kennzahlen der Lā 2 von den Kennzahlen der Lā 1 abgezogen werden.

Lā 1	20	/	12	/	8	/	18	/	14	//	72
— Lā 2	10	/	14	/	14	/	14	/	8	//	60
D	+10	/	—2	/	—6	/	+4	/	+6	//	+12

Der Unterschied von Lā 1 gegenüber Lā 2 muß mit Worten folgendermaßen ausgedrückt werden:

Lā 1 hat merklich kürzere Äste als Lā 2, Quirle sind etwas deutlicher ausgeprägt, aufstrebende Äste sind merklich seltener; auch sind die Äste etwas stärker gekrümmt; der Wipfel dagegen ist merklich stumpfer. Im ganzen neigt Lā 1 etwas mehr zum Z-Typ als Lā 2.

Die Genauigkeit wurde durch die Ausgleichsrechnung überprüft. Jede Einzelbeobachtung (Kennzahl, Kronenformzahl) ist mit einer doppelten Ungenauigkeit behaftet: erstens mit der Ungenauigkeit der Meßtechnik, in diesem Falle also durch die Arbeit mit dem Typenlineal, zweitens mit der natürlichen Streuung, die sich für jede Einzelbeobachtung durch die Abweichung vom Normaltyp ergibt. Der mittlere Meßfehler ( $mF_M$ ) und die Streuung ( $\sigma$ ) ergeben zusammen den mittleren Fehler der Einzelbeobachtung

( $mF_{K,K}$ ), aus dem durch Multiplikation mit  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  der mittlere Fehler des Normaltyps ( $mF_N$  bzw.  $MF_N$ ) errechnet werden kann.

Alle mittleren Fehler werden nur auf die Kennzahlen bezogen. Auf Grund eingehender Messungen und Berechnungen an einer großen Anzahl von Probestämmen wurden folgende Durchschnittswerte gefunden:

$$mF_M = \pm 2 \quad mF_K = \pm 4,47 \quad mF_K = \pm 10$$

$$mF_N = \pm \sqrt{\frac{20}{n}} \quad MF_N = \pm \sqrt{\frac{100}{n}} = mF_N \cdot \sqrt{5}$$

Der mittlere Fehler einer Differenz ( $mF_D$ ) wird in der üblichen Weise nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz gefunden. Die Differenzen sind bei einem Sicherheitskoeffizienten  $Sk = \frac{D}{mF_D} \geq 3$  verbürgt. Wegen der im Vergleich zu der Feinheit der Unterschiede außerordentlich starken natürlichen Streuung wurde es für zulässig gehalten, schon Differenzen mit einem  $Sk \geq 2$  als wahrscheinlich gesichert anzunehmen.

## B. Ergebnisse

Um zu prüfen, inwieweit Standortsunterschiede die Kronenform verändern, wurden die Kronenformen der auf den verschiedenen Standorten der Versuchsflächen stockenden Nachkommenschaften gleicher Abkunft miteinander verglichen. Dazu wurden mit LANGNER die von GANSEN (LANGNER 1951, p. 5) ausgeschiedenen 4 Standortformen verwendet.

Vorbereitende Untersuchungen ließen es gerechtfertigt erscheinen, die Standortformen a, b und c zusammenzufassen. Ausgenommen hiervon bleibt die Nachkommenschaft B 2, bei der größere Unterschiede zwischen den Standortformen a und b festgestellt wurden. Die Standortform d muß besonders behandelt werden. Außerdem wurden, wie das auch LANGNER tut und GANSEN (LANGNER 1951) für zulässig hält, die Standortformen nach der Bodenflora in die Standortstypen *Aira* und *Vaccinium* geschieden und geprüft, ob innerhalb der gleichen Standortform eine Reaktion der Kronenform auf den Wechsel der Standortstypen mit Hilfe der Korrelationsrechnung festgestellt werden konnte.

Es wurden zwei Berechnungsweisen angewendet. Die erste (JOHANNSEN 1926, S. 379 ff.) ermöglicht eine Berechnung für das Zusammentreffen von alternativer (*Aira* bzw. *Vaccinium*) und Reihenkorrelation (Variation der Kronenformzahlen). Von Interesse für die Beurteilung des Standorteinflusses sind dabei die Regression, der Korrelationskoeffizient und der Sicherheitskoeffizient. Die Regression zeigt die Bereitschaft der Nachkommenschaften an, auf eine Änderung des Standortes zu reagieren und wird daher *Reaktionsbereitschaft* (RB) genannt. Das Vorzeichen gibt die Richtung der Änderung an (vgl. S. 33, 34). Wenn nichts anderes gesagt wird, weist RB nach, wie sich K verändert, wenn *Aira* durch einen anderen Standortsanzeiger, i. d. R. *Vaccinium*, ersetzt wird. Der Korrelationskoeffizient  $r$  erhält, mit 100 multipliziert, die Bezeichnung *Reaktionszuverlässigkeit* (RZ). Er hat dasselbe Vorzeichen wie RB. Die Intensität der Reaktion auf einen sich ändernden Standort (ausgedrückt durch den Wechsel der Bodenflora) ist durch das Zusammenwirken von RB und RZ bedingt. Das Produkt aus beiden wird daher als Zahlenausdruck für die *Reaktionsintensität* (RI) verwendet. Der Sicherheitskoeffizient ist wegen der starken natürlichen Streuung meistens sehr klein. Man kann aber vermuten, daß schon bei  $Sk \geq 1$  gewisse Beziehungen bestehen, wenn auch bei der Beurteilung solcher Ergebnisse Vorsicht geboten ist. Erhalten wir z. B.  $RB = +7,19$ ,  $RZ = +35,1$  und  $RI = 252,1$  mit  $Sk = 2,98$ , so haben wir eine gesicherte, starke, positive Reaktion (Krone wird „spitzer“ bzw. neigt zum Z-Typ). RB, RZ und RI werden in folgende Gruppen eingeteilt:

	RB	RZ	RI
gering (g)	< 3	< 15	gering (g) < 45
mäßig (m)	3-5	15-30	mittel (m) 45-150
stark (s)	> 5	> 30	stark (s) > 150

Nach dieser Methode wurden alle Nachkommenschaften berechnet, bei denen eine Prüfung der aufgeworfenen Frage unter den geschilderten Bedingungen überhaupt möglich war. Für einige andere Nachkommenschaften wurde noch eine andere Berechnungsweise angewendet, die sich an die von HUGERSHOFF (1940, S. 17) beschriebene Art der Korrelationsrechnung anlehnt und über die Korrelation von Vaccinium-Anteil und Kronenformzahlmittelwert auf Streifen gleicher Flächengröße Auskunft gibt. Man zerlegt dazu die betreffende Nachkommenschaft in parallele Streifen und ermittelt für jeden dieser Streifen den Anteil der auf Vaccinium stockenden Lärchen ( $V\%$ ) und den Kronenformzahlmittelwert ( $K$ ). Trägt man nun  $K$  über  $V\%$  in einem Koordinatensystem auf, so erhält man eine ziemlich lineare Beziehung mit der Formel  $K = tg \varphi \cdot V\% + A$ , (wobei  $\varphi$  der Anstieg der Regressionsgeraden und  $A$  die Kronenformzahl bei  $V\% = 0$ , i. d. R. also der Aira-N-Typ ist), mit deren Hilfe man dann für jedes beliebige  $V\%$  die zugehörige mittlere  $K$  der Nachkommenschaft berechnen kann. RB entspricht hier dem Hundertfachen des Anstiegs der Regressionsgeraden ( $RB = 100 \cdot tg \varphi$ ), RZ und RI werden wie oben berechnet. Die mittlere Regressionsgerade  $K = 0,1634 \cdot V\% + 30,94$  mit  $r = 0,9941$  führt z. B. zu  $RB = 16,34$ ,  $RZ = 99,41$ ,  $RI = 1624,36$  und  $Sk = 207,1$ . Wir haben also eine eindeutig lineare Beziehung von großer Straffheit.  $K$  steigt von  $V\% = 0$  bis  $V\% = 100$  um 16,34.

Bei der Gruppenbildung ist hier ein etwas strengerer Maßstab nötig, weil man an die Korrelation der Mittelwerte höhere Anforderungen stellen muß als an die Korrelationen nach JOHANNSEN, bei denen die ganze Streubreite erfaßt wurde und denen er daher angepaßt werden mußte:

	RB	RZ	RI
g	< 5	< 40	< 200
m	5-10	40-60	200-600
s	> 10	> 60	> 600

Diese Berechnungsweise wurde nur auf solche Nachkommenschaften angewendet, bei denen genügend Streifen gebildet werden konnten oder die eine deutliche RB zu liefern versprochen.

Die mit Hilfe dieser beiden Berechnungsarten erzielten Ergebnisse sind für den Wechsel Aira  $\rightarrow$  Vaccinium auf der Standortsform a/b/c in der Übersicht 2 zusammengestellt. Beide Bezeichnungen liefern durchaus gleichsinnige Ergebnisse, was durch den Rangkorrelationskoeffizienten bewiesen wird, der z. B. für  $RI_Q = 0,875 \pm 0,089$  mit einem  $Sk = 9,83$  beträgt. Einigermaßen gesichert sind

Übersicht 2. Reaktionsnormen auf der Standortsform a/b/c

Nachkommenschaft!	A	RB	RZ	RI	Sk	Art
a) nach JOHANNSEN						
Aira → Vaccinium						
B 1	35,50	+7,19	+35,1	242,4	2,98	JLä
1×3 (1)	38,36	+3,85	+21,2	81,6	1,59	
B 3 (2)	40,88	+3,05	+13,3	40,6	0,91	
2×3	42,50	+3,48	+14,4	50,1	0,94	
B 6 (3)	61,57	-1,06	- 3,1	3,2	0,26	ELä
B 6 (1)	70,76	-1,18	- 5,3	6,3	0,38	
6×7	72,00	+7,25	+44,2	320,5	2,91	
2×6	56,98	-5,06	-21,9	110,8	1,47	
4/6	54,91	-1,91	- 8,9	16,9	0,45	Hybr.
5×6	53,09	-1,71	- 6,1	10,4	0,53	
6×5	50,80	-0,77	- 2,8	2,2	0,19	
4×7	64,59	+2,33	+13,3	31,0	0,68	
Aira → Rubus						
2×1	28,83	+4,05	+22,6	91,5	2,16	JLä
b) nach HUGERSHOFF						
B 1	30,94	+16,34	+99,4	1624,2	207,10	JLä
1×3	38,18	+ 5,55	+88,6	491,7	9,22	
B 3 (2)	41,21	+ 3,25	+23,6	76,7	0,56	
B 6 (3)	62,47	-4,91	- 7,9	38,8	0,18	ELä
B 6 (1)	75,63	-8,16	-19,3	157,5	0,45	
6×7	72,56	+8,19	+81,6	668,3	4,23	
2×6	59,38	-12,43	-64,3	799,2	2,46	
Hybr.						

Die etwas unterschiedlichen Ergebnisse für A in den Tabellen a und b ergeben sich aus den verschiedenen Berechnungsarten.

nur die starken und mittleren Reaktionen. Die geringen sind so unsicher, daß sich Schlüsse daraus überhaupt nicht ziehen ließen, würden sie nicht z. T. in die gleiche Reaktionsrichtung weisen.

Vergleichen wir die vier Nachkommenschaften der japanischen Lärche, so finden wir die höchste RI in der Nachkommenschaft B 1 (Standortsform c) und die niedrigste in B 3 (2) (b/c). Die Kreuzung 1  $\times$  3 (1) (b) liegt zwischen beiden, näher an B 3 als an B 1, worin möglicherweise eine stärkere „Durchschlagkraft“ der Mutterlärche 3 zum Ausdruck kommt. Die Nachkommenschaft 2  $\times$  3 liegt ebenfalls sehr nahe an B 3, jedoch ist RI hier ein wenig stärker. Ein Vergleich mit B 2 ist nicht möglich. Es ist aber recht interessant, daß B 2 (a/b) auf Aira auf den Wechsel der Standortsformen b  $\rightarrow$  a sehr deutlich reagiert (nach JOHANNSEN  $RB = -6,20$ ;  $RZ = -35,6$ ;  $RI = 238,4$ ). Die Vermutung liegt daher nahe, daß dies auf eine erbliche hohe Reaktionsfähigkeit des Mutterbaumes Nr. 2 zurückzuführen ist und daß folglich B 2 auch gegenüber dem Wechsel Aira  $\rightarrow$  Vaccinium eine hohe RB besitzt und aus dem gleichen Grunde die Kreuzung 2  $\times$  3 intensiver reagiert als B 3. Alle Nachkommenschaften der japanischen Lärche reagieren auf den Wechsel Aira  $\rightarrow$  Vaccinium auf der Standortsform a/b/c durch ein Hervortreten des Z-Typs. Besonders deutlich ist dies bei B 1, wo man es auf der Versuchsfläche ohne weiteres sehen kann.

Bei den drei Nachkommenschaften der europäischen Lärche ist die Reaktion nicht gleichmäßig positiv (zum Z-Typ neigend). Vielmehr weisen beide B 6 eine schwach negative Reaktion (zum G-Typ) auf, die allerdings infolge großer Streuung sehr unsicher ist. Trotzdem muß sie beachtet werden, weil sich bei den Hybriden eine auffällige Parallele zeigt (vgl. S. 39). B 6 reagiert mit einem ganz geringen Breiterwerden der Krone. Dabei scheint B 6 (1) (c/b/a) etwas empfindlicher zu sein als B 6 (3) (b/c); denn nach HUGERSHOFF hat sie schon eine mäßige RB, die aber wegen der sehr geringen RZ nicht ausreicht, eine mittlere RI zu erzeugen. Besonders interessant aber wird dieses Problem, wenn man die Aira- und Vaccinium-N-Typen der beiden Flächen gegenüberstellt:

	N Aira	N Vaccinium
B 6 (1)	70,76	69,57
B 6 (3)	61,57	60,50

Möglicherweise bestehen zwischen beiden Flächen doch noch erhebliche Standortsunterschiede, die sich nicht unmittelbar durch die Bodenvegetation ausdrücken lassen. Das ist schon deshalb zu vermuten, weil bei etwa gleichem Anteil der Standortsformen b und c auf der Fläche B 6 (1) der Vaccinium-Anteil wesentlich größer ist als auf der Fläche B 6 (3). Allerdings müßte danach bei B 6 (1) eher eine Erniedrigung der Kronenformzahl gegenüber B 6 (3) eintreten. Statt dessen liegt NB 6 (1) um rund 9 K-Einheiten höher als NB 6 (3). Dieses Problem ist vorläufig ungelöst, bleibt aber eine Tatsache, die beim Erbvergleich zu berücksichtigen ist. Die Kreuzungsnachkommenschaft 6  $\times$  7 (b) reagiert wieder stark positiv. Man kann also schließen, daß es der Einfluß des Vaters Nr. 7 ist, der diese Reaktion zugunsten des Z-Typs bewirkt, so daß die negative RB der Mutterlärche Nr. 6 überdeckt wird. Bei B 7 ließ sich ein entsprechender Nachweis nicht führen, da diese Nachkommenschaft nur aus vier Lärchen besteht.

Bei den untersuchten Hybriden sind eine Gruppe mit negativer und eine mit positiver Reaktionsnorm festzu-

stellen. Letztere ist allerdings nur durch die Nachkommenschaft  $4 \times 7$  (b) vertreten. Bei den Nachkommen der ersten Gruppe ist stets die europäische Elternlärche 6 beteiligt, nie aber Nr. 7. Sie reagieren stets negativ, und zwar meistens gering mit Ausnahme der  $2 \times 6$ , die eine mittlere bis starke RI erreicht. Der Grund liegt anscheinend auch hier wieder in der besonders starken Reaktionsempfindlichkeit des Elters 2 (vgl. S. 35). Auffällig ist, daß der europäische Elter die Reaktionsrichtung so eindeutig beeinflußt. Nur gegenüber seinem europäischen Partner 7 hatte er sich nicht durchsetzen können. Die reziproken Kreuzungen  $5 \times 6$  und  $6 \times 5$  reagieren sehr ähnlich,  $6 \times 5$  anscheinend weniger deutlich als  $5 \times 6$ , ja sogar noch geringer als beide B 6. Der Sicherheitskoeffizient ist aber bei beiden so niedrig, daß man nicht auf verschiedenes Verhalten schließen kann.

Um festzustellen, welche Formeigenschaften es hauptsächlich sind, die die Veränderung der Kronenformzahl bewirken, wurden Korrelationsrechnungen nach JOHANNSEN auch für diese durchgeführt. Es zeigte sich aber, daß die Formeigenschaften sowohl in der Stärke als auch in der Reihenfolge so unterschiedlich reagieren, daß eine gesetzmäßige Rangfolge der Einwirkung auf die Reaktionsbereitschaft der Kronenformzahl nicht zu erkennen ist.

Übersicht 3. Reaktionsnormen auf der Standortsform *d* nach JOHANNSEN  
*Aira*  $\rightarrow$  *Vaccinium*

Nachkommen-schaft	A	RB	RZ	RI	Sk
B 3 (2)	49,79	-11,35	-49,2	558,4	4,10
$1 \times 3$ (2)	41,50	+ 6,50	+25,3	164,5	1,55
B 6 (2)	66,73	+ 2,77	+10,2	23,2	0,88

Innerhalb der Standortsform *d* konnte die Reaktion auf den Wechsel *Aira*  $\rightarrow$  *Vaccinium* nur an zwei japanischen und einer europäischen Nachkommenschaft geprüft werden (Übersicht 3). Die Nachkommenschaft B 3 (2) (JLä) reagiert sehr stark negativ. Dies ist mit  $Sk = 4,10$  die stärkste nach JOHANNSEN berechnete Korrelation. Sie ist ohne Hilfsmittel auf der Versuchsfläche zu erkennen. Auch die Reaktionsnorm der Kreuzung  $1 \times 3$  (2) (JLä) ist noch stark zu nennen. Die Reaktionsrichtung ist aber positiv. Im Gegensatz zu B 3 (2) tritt der G-Typ zugunsten des Z-Typs zurück. Es ist zu vermuten, daß auch hier die Mutterlärche 1 positiv veranlagt ist und über die negative Reaktionsnorm von 3 dominiert. Die Nachkommenschaft B 6 (2) (ELä) reagiert hier ebenfalls positiv, nur viel geringer als die beiden Japaner, was ja auch schon auf der Standortsform *a/b/c* zu beobachten war. Auch hier ist keine Sicherheit für die Unabhängigkeit dieser Reaktion von Zufällen gegeben, wengleich man annehmen darf, daß wenigstens die Richtungstendenz zutreffend dargestellt wird.

Die im Gebiet der Standortsform *d* gelegenen Nachkommenschaften konnten auch für einen Vergleich der Standortsformen *a/b/c* und *d* (*a/b/c*  $\rightarrow$  *d*) herangezogen werden. Wir finden i. d. R. befriedigende Sicherheitskoeffizienten und fast überall mittlere bis starke Reaktionsnormen. Die Reaktionsrichtung ist überwiegend positiv. Auf *Aira* tritt bei den Nachkommenschaften der japanischen Lärche  $1 \times 3$  und B 3 (2) durchweg eine starke Erhöhung der Kronenformzahl ein, wenn *a/b/c* durch *d* ersetzt wird, nicht aber auf *Vaccinium*, wo zwar

$1 \times 3$  ebenfalls stark positiv, B 3 (2) dagegen stark negativ reagiert.

Übersicht 4. Reaktion auf den Wechsel der Standortsform *a/b/c*  $\rightarrow$  *d* nach JOHANNSEN

Kreuzung	A	RB	RZ	RJ	Sk
<i>Aira</i>					
$1 \times 3$ (2)	35,50	+5,98	+25,3	151,3	1,77
B 3 (2)	40,88	+8,92	+43,8	378,7	2,83
B (1)	41,27	+8,08	+23,3	188,2	2,16
B 6 (1):(2)	70,76	-4,03	-19,9	80,2	1,72
B 6 (3):(2)	62,07	+5,16	+23,0	119,0	2,48
<i>Vaccinium</i>					
$1 \times 3$ (1):(2)	40,08	+7,92	+35,3	279,6	2,28
B 3 (2)	43,94	-5,48	-25,5	139,7	2,09
B 6 (1):(2)	69,57	-0,59	- 2,4	1,4	0,17
B 6 (3):(2)	61,00	+8,47	+27,4	208,1	1,80

Auch hier darf man wohl — mit allem Vorbehalt — wieder schließen, daß die Mutterlärche 1 auf *c*  $\rightarrow$  *d* sehr stark positiv reagiert, wie ja auch auf *Aira*  $\rightarrow$  *Vaccinium* auf der Standortsform *c*.  $1 \times 3$  würde also in seiner Reaktionsnorm vorwiegend durch das Erbgut der JLä 1 beeinflußt, wie sich immer ziemlich deutlich gezeigt hat.

Bei der europäischen Lärche wurden B 6 (1) (*b/c*) und B 6 (3) (*b/c*) mit B 6 (2) (*d*) verglichen. Wegen der schon auf Seite 35 aufgezeigten Verschiedenheit der *N*-Typen auf *Aira* *b/c* ist es schwierig zu beurteilen, welche von beiden Beziehungen die richtige ist, die gering bis mittel negative zwischen B 6 (1) und (2) oder die stark positive zwischen B 6 (3) und (2). Ein Vergleich mit anderen Nachkommenschaften läßt auf Grund des gleichsinnigen Verhaltens beim Wechsel *Aira*  $\rightarrow$  *Vaccinium* auf der Standortsform *b/c* darauf schließen, daß die Reaktionsnorm B 6 (1) (*b/c*)  $\rightarrow$  B 6 (2) (*d*) besser zutrifft. Ganz allgemein gilt für alle Nachkommenschaften, daß sie bei gleichbleibender Flora auf einen Wechsel der Standortsformen *b* und *d* stärker reagieren (größere RI!) als auf einen Wechsel der Bodenflora auf gleichbleibender Standortsform.

Es erhebt sich nun die Frage, welche *Standortsfaktoren* es denn eigentlich sind, auf deren Veränderung die Lärchen reagieren. GANSEN (LANGNER 1951, S. 5 und 6) war zu dem Ergebnis gekommen, daß die Standortsformen *a* und *b* praktisch eine Einheit bilden und im wesentlichen mit der von *Aira* bedeckten Fläche identisch sind, während die Standortsform *c* überwiegend durch *Vaccinium* repräsentiert wird. Dagegen nimmt die Standortsform *d* eine Sonderstellung ein. Er stimmt also der Standortstypeneinteilung LANGNERS nach *Aira* und *Vaccinium* zu (vgl. S. 32, 33). Vergleicht man daraufhin die Beschreibungen der 26 von GANSEN untersuchten Bodeneinschläge, für deren Überlassung Herrn Prof. Dr. GANSEN besonders gedankt sei, so kann man zwanglos vier *Standortsgruppen* bilden:

#### *Aira* — *a/b*<sup>5)</sup>

- $A_0$  1 bis 7 cm, teilweise vergrast.
- $A_1$  bis 6 cm, selten deutlich.
- $A_2$  2 bis 11 cm, bei *a* wenig oder fast gar nicht, bei *b* meist deutlich podsoliert, fleckig, rostbraun.
- B meist gering, rostbraun.
- Lößdecke meist stark, 20 bis 50 cm.
- Lößreste, wo keine Lößdecke, in etwa 15 bis 50 cm Stärke.
- Steine fehlend oder wenig.

#### *Vaccinium* — *b/c*

- $A_0$  2 bis 6 cm.
- $A_1$  fehlend.
- $A_2$  3 bis 8 cm, meist deutlich podsolierter Skelettboden, wenig Verwitterungssand; gelegentlich fast nur angewitterte Sandsteine.

<sup>5)</sup>  $A_0$  = Rohhumus,  $A_1$  = Humuseinwaschungshorizont,  $A_2$  = Bleichsand, podsolierter Horizont, B = Unterboden, Auswaschungshorizont, G = Gleichhorizont.

B fehlend oder nur wenig ausgeprägt.  
Lößdecke fehlend oder nur sehr gering.  
Lößreste meist wenig, bei b geringe Reste, u. U. bis 45 cm.  
Steine wenig bis viel.

#### Aira — d

A<sub>0</sub> 1 bis 4 cm.  
A<sub>1</sub> bis 7 cm.  
A<sub>2</sub> 8 cm und mehr, deutlich podsoliert.  
A<sub>3</sub>/G 7 cm und mehr, gleiartig, rostfleckig.  
B/G stark; bis 45 cm; deutliches Gleiporfil (Molkenboden).  
Lößdecke 35 bis 50 cm und mehr.

#### Vaccinium — d

A<sub>0</sub> 2 cm.  
A<sub>1</sub> 4 cm.  
A<sub>2</sub> podsolig, im Löß gleiartige, rötliche Flecken, Profil frischer.  
Lößreste etwa 50 cm.

Es konnten also auf Grund der Bodeneinschläge die gleichen Gruppen ausgeschieden werden, für die im vorstehenden Reaktionen festgestellt wurden. Die vier Standortgruppen unterscheiden sich vor allem im A<sub>2</sub> = Horizont sowie in der Stärke der Lößdecke als auch in der Bodenstruktur, deren Optimum vermutlich der Struktur der Standortgruppe Aira — a/b entspricht. Die für die Ausbildung der Normalkrone optimale Struktur kann nun durch Skelettstruktur in der einen oder durch starke Verdichtung (Gleibildung) in der anderen Richtung abgelöst werden. Auch der Steingehalt wechselt erheblich. Schließlich schwankt auch die Stärke der Lößdecke bzw. der Beimengung von Lößresten.

Diesen Unterschieden wurden die Reaktionen der untersuchten Nachkommenschaften in Form der RB gegenübergestellt. Es wurde untersucht, ob die Lärchen jeweils einer Nachkommenschaft auf gleichartige Standortveränderungen auch gleichartig reagieren. Dabei ließen sich ohne Schwierigkeiten drei Abteilungen zusammenfassen:

- Gleiche oder ähnliche Standortveränderungen, gleiche oder ähnliche Reaktionen,
- Verschiedene Standortveränderungen, gleiche oder ähnliche Reaktionen,
- Verschiedene Standortveränderungen, unterschiedliche Reaktionen.

Die Abteilungen A und C bieten nichts Besonderes. Bei der Abteilung B aber muß man annehmen, daß sich die Bodenstruktur, wie oben beschrieben, dadurch nachteilig verändert, daß sie einerseits zu grob (Aira — a/b → Vaccinium — b/c) und andererseits zu dicht (Aira — a/b → Aira — d), in jedem Falle also ungünstiger wird. Die aufstockende Nachkommenschaft reagiert dann auch in „ungünstiger“ Richtung, d. h. je nach Veranlagung tritt bei der einen Nachkommenschaft der Z-Typ, bei der anderen der G-Typ stärker in den Vordergrund. Sehr wahrscheinlich wirkt die Strukturänderung mittelbar über Änderungen in der Luft- und Wasserkapazität des Bodens. Bei der Lößdecke kommt vermutlich noch der Unterschied in der Nährstoffversorgung hinzu. Da die inneren Ursachen für die Kronenformbildung möglicherweise in der Wirkung von Wuchs- und Hemmstoffen zu sehen sind (HUBER 1949), ist zu vermuten, daß durch Änderungen im Luft- und Wasserhaushalt das auf Aira — a/b gegebene Wirkungsverhältnis dieser Stoffe dergestalt beeinflusst wird, daß dadurch Veränderungen der Kronenform hervorgerufen werden. HUBER weist auf individuelle Unterschiede hin. Auch hier wurde ja ein verschiedenartiges Verhalten der einzelnen Nachkommenschaften beobachtet.

Unter diesem Gesichtswinkel seien die drei unter die Abteilung B fallenden Nachkommenschaften B 3 (2), B 6 und 1 × 3 kurz betrachtet. Als „ungünstig“ wird mit Recht die Reaktionsrichtung bei Aira — a/b → Vacci-

nium-b/c (Struktur wird zu grob) anzusehen sein, die entgegengesetzte also als „günstig“. Das Verhalten der 3 Nachkommenschaften ist aus nachfolgender Übersicht zu erkennen (gü = günstig, ug = ungünstig):

Standortsveränderung:

	Aira -a/b → Vacc. -b	Aira -d → Vacc. -d	Aira -a/b → Aira -d	Vacc. -b/c → Vacc. -d
--	-------------------------	-----------------------	------------------------	--------------------------

Diese Standortsveränderung ist für die Nachkommenschaft:

	ug	gü	ug	gü
B 3 (2)	ug	gü	ug	gü
1 × 3	ug	ug	ug	ug
B 6	ug	gü	ug	ug

Die Reaktion auf die Standortsveränderung Aira — a/b → Aira — d ist ebenfalls durchweg ungünstig, da hier die Bodenstruktur zu dicht wird. Umgekehrt muß erwartungsgemäß die Standortsveränderung Aira — d → Vaccinium — d günstig sein. Tatsächlich trifft dies auch für die Nachkommenschaften B 3 (2) und B 6 zu. Und desgleichen ist auf die Standortsveränderung Vaccinium — b/c → Vaccinium-d (Struktur wird dichter, aber noch nicht zu dicht) günstiges Reagieren zu erwarten, was bei B 3 (2) ja auch eintritt. Dagegen ist B 6 offenbar gegen jede Verglebung so empfindlich, daß ihr auch diese Standortsveränderung schon unangenehm ist. Bei 1 × 3 sind dem Anschein nach alle Reaktionen ungünstig. Möglicherweise ist aber 1 × 3 nur in einer Richtung reaktionsfähig, kann also auf Standortveränderungen, wie sie hier vorkommen, nur positiv zum Z-Typ reagieren, so daß sich in der Reaktionsrichtung nicht ausdrückt, ob der neue Standort dem alten vorgezogen wird.

Aus dem Verhalten der B 3 (2) läßt sich auch eine Erscheinung in der Nachkommenschaft B 3 (1) erklären, die aus der Bodenflora nicht unmittelbar gefolgert werden kann. Zerlegt man nämlich diese Nachkommenschaft von Westen nach Osten in Streifen von je 2 Reihen Breite (der erste Streifen ist nur 1 Reihe breit) und berechnet man für jeden Streifen die mittlere Kronenformzahl, so erhält man nachstehende Aira-N-Typ-Folge:

Streifen Nr.	1	2	3	4	5	6
Aira-N-Typ	60,8	44,3	39,6	36,8	40,2	43,7
Standortgruppe	Aira -d			Aira -b		

Der Mittelwert aus den Streifen 3, 4 und 5 ergibt im einfachen Mittel = 39,0, einen Wert, der sich vom Aira-N-Typ der Nachkommenschaft B 3 (2) kaum unterscheidet (40,4). Diese Erscheinung hat zweifellos standörtliche Ursachen. Denn der Streifen 1 liegt noch ganz, der Streifen 2 zur Hälfte im Aira-d-Gebiet. Streifen 6 liegt einer größeren Vacciniumfläche benachbart (Nachkommenschaft 1 × 3 [1]), woraus geschlossen werden kann, daß dort die Bodenstruktur schon ziemlich grob ist. Dagegen vertreten die Streifen 3 bis 5 offenbar den optimalen Standort, von denen sich die Streifen 1, 2 und 6 durch ungünstigere Bodenstruktur abheben. Die Kronenformzahl verändert sich demzufolge von der Mitte nach Westen und Osten in ungünstiger Richtung, d. h. hier, sie steigt an. An der Bodenflora, die ja vorwiegend in der oberen Bodenschicht wurzelt, ist diese Veränderung aber erst nach Überschreiten einer bestimmten Erkennbarkeitsschwelle zu bemerken, während die tiefer reichenden Lärchen bereits unterhalb dieser Schwelle darauf meßbar reagieren.

Vergleicht man die Ergebnisse dieser Untersuchung mit Angaben der Literatur, die sich allerdings nur auf die europäische Lärche beziehen, so findet man weitgehende Übereinstimmung. FANKHAUSER (1919) hatte gefunden, daß diese Holzart bei reichlichem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens eine volle Krone von der Form eines Paraboloids entwickelt. Umgekehrt wird die Krone bei Wassermangel in der Regel schlank und zugespitzt, neiloidförmig und so licht, daß sich jeder einzelne Astquirl unterscheiden läßt. Dieser Einfluß der Bodenfeuchtigkeit kann mit der Einschränkung bestätigt werden, daß der individuellen Veranlagung eine größere Bedeutung zugemessen



werden muß, als FANKHAUSER es seiner Zeit entsprechend tat. Nach SCHOBERS Erhebungen (SCHOBBER 1949) ist der günstigste Standort der europäischen Lärche ein tiefgründiger, frischer lehmiger Sand bis sandiger Lehm. Bindige Böden werden wegen ihrer Wasserkapazität bevorzugt. Auch damit stehen die Ergebnisse der Untersuchung über den Einfluß des Standorts durchaus im Einklang. Hier waren als ausschlaggebende Faktoren Bodenstruktur (Wasserkapazität!) und Lößgehalt (Bindigkeit!) bezeichnet worden. Böden mit auch nur zeitweise stauender Nässe werden dagegen von SCHOBBER für ungünstig gehalten. Daraus erklärt sich zwanglos die große Empfindlichkeit der europäischen Lärchennachkommenschaft B 6 gegenüber jeder Art von Vergleung (*Vaccinium-b/c* → *Vaccinium-d* schon ungünstig! Vergl. S. 37.) Die Hypothese von der „günstigen“ und „ungünstigen“ Richtung der Kronenzahlreaktion erhält damit eine wesentliche Stütze. Auch ZIMMERLE (SCHOBBER 1949) stellte auf Grund der bodenkundlichen Erhebungen von SCHAIERER fest, daß in Württemberg den bodenphysikalischen Faktoren ein ausschlaggebender Einfluß beim Wachstum der Lärche zukommt. Die von SCHOBBER aufgezeigte Abhängigkeit der Kronenausbildung von der Ertragsklasse weist ja ebenfalls auf Zusammenhänge zwischen Standort und Kronenform hin.

Über den Vergleich der Reaktionsnormen hinaus, der sich nur bei einigen wenigen geeigneten Nachkommenschaften anstellen ließ, sollten alle Nachkommenschaften der japanischen und der europäischen Lärchen sowie der Hybriden miteinander verglichen werden. Dieser Vergleich ließ sich aber im Gegensatz zu der im vorstehenden gezeigten *dynamischen* nur durch eine *statische* Gegenüberstellung der Normaltypen durchführen.

Dies wiederum ist aber nicht möglich ohne Beziehung auf einen bestimmten Standort. Als Standardstandort wurde daher die Standortsguppe *Aira-a/b/c* gewählt, die sich schon dadurch anbietet, daß sie auf der Versuchsfläche den größten Teil einnimmt. Sämtliche N-Typen wurden daher unter Ausscheidung aller auf anderen Standortgruppen stockenden Lärchen nur als arithmetische Mittel aus den Kennzahlen der auf *Aira-a/b/c* stockenden Lärchen errechnet. Auf den Abdruck der umfangreichen Übersichten über diese *Aira-Normaltypen* und über die sich aus der Gegenüberstellung der N-Typen ergebenden Differenzen (vgl. S. 37) muß hier verzichtet werden. Im folgenden werden die reinen Lärchenarten und die Hybriden betrachtet und untereinander verglichen. Dabei wird versucht, aus dem Erscheinungsbild Rückschlüsse auf das Erbbild zu ziehen.

Der als gemeinsamer N-Typ aus den fünf B-Nachkommenschaften und den vier Kreuzungen berechnete Normaltyp der *japanischen Lärche* beträgt (vgl. Abb. 3 links):

$$\frac{N \text{ J} \bar{L} \bar{a}}{(mF_N)} = 11 / 6 / 7 / 12 / 5 // 41$$

$$(mF_N = \pm 0,45; MF_N = \pm 1,00)$$

Charakteristisch sind breite Kronen. Die Äste sind zwar im allgemeinen nur mittellang, zeigen jedoch durchweg deutliche Quirlbildung, laufen überwiegend waagrecht ab und sind mittelstark gekrümmt. Der Wipfel ist meist spitz. Wenn auch im Durchschnitt der Wipfel des G-Typs nicht erreicht wird, so tritt er doch bei einer sehr großen Anzahl von Einzelbäumen auf.

Die Variation um diesen mittleren Zustand ist nicht sehr erheblich. B 1 neigt gegenüber B 2 etwas mehr zum G-Typ außer in der Quirlbildung (II), in der keine Unterschiede bestehen. Noch kleiner sind die Unterschiede der beiden  $1 \times 2$ -Nachkommenschaften, die daher zu dem übergeordneten N-Typ  $N \ 1 \times 2$

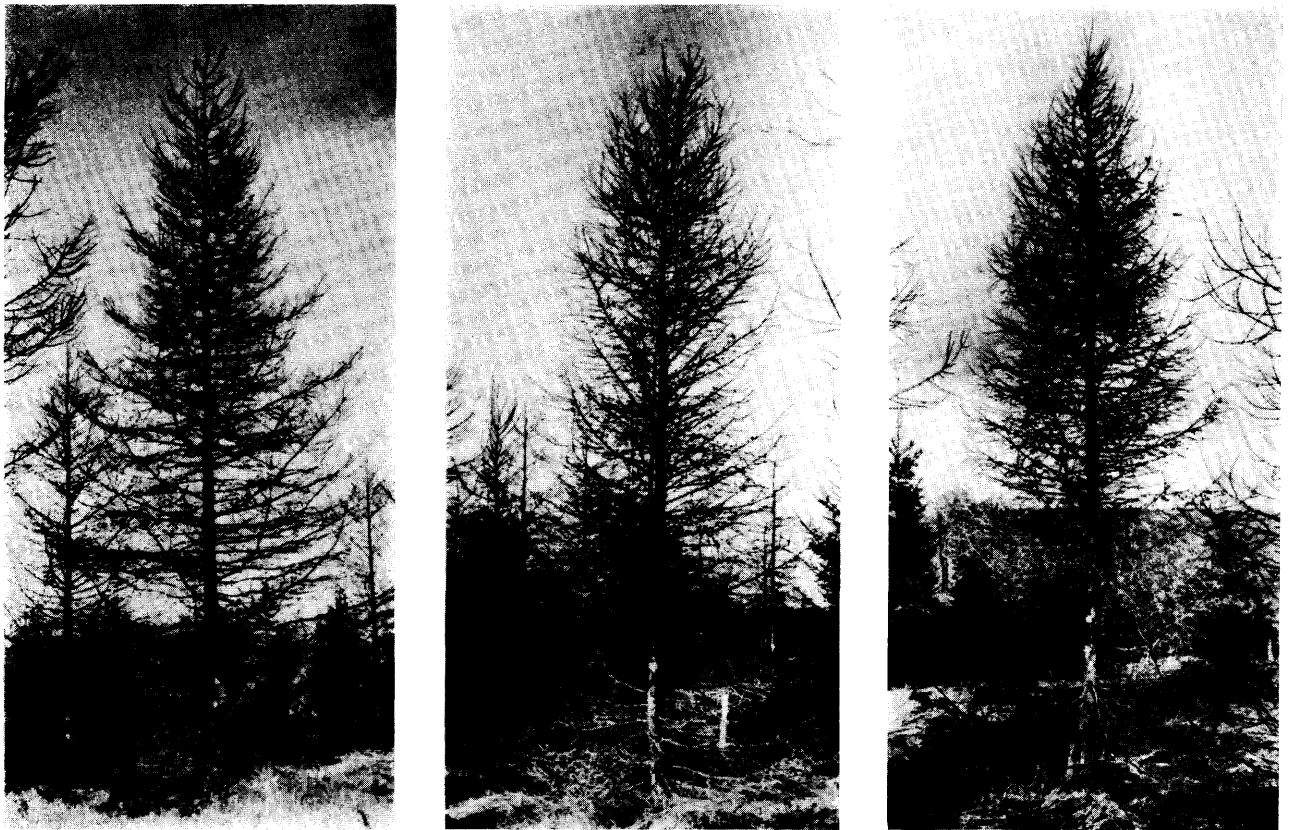


Abb. 3. Normaltypen der Kronenformen. - Links: JLä Nr. 869, Kennzahlen 18/4/10/14/4//50. - Mitte: ELä Nr. 238, Kennzahlen 18/18/8/14/20//78. Rechts: HLä Nr. 518, Kennzahlen 18/16/4/8/6//52. - Phot. LANGNER.

zusammengezogen werden können. Beachtenswert ist aber der schon merkbare Unterschied zwischen  $2 \times 1$  (2) und  $2 \times 1$ , 9 1, 45 gz. Letztere Nachkommenschaft ist ein ausgesprochener G-Typ-Vertreter mit einer ganz aus dem Rahmen fallenden breiten Krone ( $K = 15,4$ ).

Die Ursachen für dieses Verhalten lassen sich nicht erkennen. Hier kann man keinen übergeordneten N-Typ bilden. Vielmehr erscheint es ratsam, nur  $2 \times 1$  (2) zum Vergleich heranzuziehen.  $N 1 \times 2$  und  $N 2 \times 1$  (2) unterscheiden sich nur wenig, so daß auch sie zu  $N 1/2$  zusammengefaßt werden können.  $1/2$  neigt mehr zum G-Typ als B 1 und B 2, nur der Wipfel ist merklich stumpfer als bei beiden. In der Länge der Äste ist  $1/2$  von B 1 kaum, von B 2 ziemlich deutlich unterschieden. Im ganzen aber unterscheidet sie sich von der ohnehin mehr G-Typ-artigen B 1 weniger deutlich als von B 2. Die beiden B 3-Nachkommenschaften geben ein sehr einheitliches Bild, das dem geschilderten N Jlä gut entspricht. B 3 und B 2 sind kaum unterschiedlich. Die Kreuzungen  $2 \times 3$  und  $3 \times 2$  sind ebenfalls sowohl einander als auch den Nachkommenschaften B 2 und B 3 sehr ähnlich, wenn auch N 2/3 etwas mehr zum Z-Typ neigt als N B 2 und N B 3. B 1 und B 3 verhalten sich zueinander ganz ähnlich wie B 1 und B 2. Aus den Kreuzungen  $1 \times 3$  und  $3 \times 1$  läßt sich auch hier wieder N 1/3 bilden, der, wie auch seine Reaktionsnorm (s. Übersicht 2), zwischen B 1 und B 3 steht, zwar in der Astlänge (I) etwas mehr nach B 3, in der Wipfelform dafür etwas mehr nach B 1 neigend. Die Unterschiede zwischen B 4 und B 5 sind wegen geringer Individuenzahl nicht gesichert. Jedoch ist zu erkennen, daß B 4 im ganzen mehr zum Z-Typ neigt als B 5. Die Kreuzung  $4 \times 5$  unterscheidet sich von B 5 deutlich, von B 4 kaum.

Leider reichen diese Kreuzungen nicht aus, um daraus Rückschlüsse auf die Form der Elternlärchen zu ziehen, über die keine Aufzeichnungen mehr vorliegen (LANGNER 1951). Solche Rückschlüsse würden sich z. B. dann ziehen lassen, wenn ein gemeinsamer N-Typ  $N A/(C+D+E)$  aus den Kreuzungen A/C, A/D und A/E sehr deutlich von  $N B/(C+D+E)$  unterschieden wäre und der Unterschied zwischen beiden dem Unterschied der Elternlärchen A und B tendenzmäßig und möglichst auch graduell entsprechen würde. Der gleiche Tendenzunterschied müßte dann auch bei einer Gegenüberstellung der Kreuzungen A/C und B/C, A/D und B/D, A/E und B/E zu erkennen sein. Es müßte sich also in jedem Fall die Näherungsgleichung aufstellen lassen:

$$A/C:B/C \approx A:B$$

$$A/E:B/E \approx A:B \text{ usw.}$$

Ebenso würde es möglich sein, auf den potenziellen Normaltyp der Eltern zu schließen, wenn man annehmen könnte, daß die B-Nachkommenschaften von einem gleichmäßigen Pollengemisch bestäubt sind, so daß ihre Unterschiede auf die Veranlagung des Mutterbaumes zurückzuführen wären. Diese Unterstellung ist aber hier nicht möglich, da LANGNER (1951) nachgewiesen hat, daß das Pollengemisch keinesfalls einheitlich war. Und auch der erste Fall ist hier nicht gegeben. Vielmehr gehen die Individualkreuzungen mit den B-Nachkommenschaften, den einzigen, mit denen sie sich im obigen Sinne vergleichen lassen, nicht parallel. Daher kann man auch nicht ableiten, ob die Kreuzungen jeweils mehr nach dem einen oder nach dem anderen Elternteil neigen.

Der Normaltyp der europäischen Lärche auf der Versuchsfläche hat die Kennzahlen (vgl. Abb. 3 Mitte):

$$\frac{N ELä}{(mF_N = \pm 0,90; MF_N = \pm 2,00)} = 18 / 19 / 10 / 17 / 12 // 76$$

Dieser N-Typ vertritt den Z-Typ mit einer schmalen Krone, die vor allem durch die kurzen Äste sowie ihre schraubige Anordnung und geringe Durchbiegung ausgeformt wird. In der Ablaufrichtung halten sich aufstrebende und seitlich ausladende Äste etwa die Waage. Der Wipfel ist mehr stumpf als spitz zu nennen.

Auf den Unterschied zwischen B 6 (1) und (3) wurde schon auf Seite 35 hingewiesen. Zum Vergleich mit den anderen Kreuzungen ist B 6 (1) aus den auf S. 35 dargelegten Gründen wohl besser geeignet. Der Unterschied zwischen N B 6 (1) und N B 7 ist schon merklich; denn B 7 zeichnet sich durch sehr schmale Kronenformen aus. Obwohl nur drei Lärchen auf Aira zur Verfügung stehen, kann ihre Differenz gegen B 6 (1) ( $DK = +16,3$ ) als ziemlich gesichert gelten ( $Sk = 2,62$ ). B 7 hat vor allem etwas weniger gekrümmte Äste als B 6 (1). Den Ausschlag gibt aber der merklich stumpfere Wipfel, der bei B 7 fast den Anforderungen des Z-Typs entspricht ( $K = 18$ ). Die Kronenformzahlen der reziproken Kreuzungen verhalten sich zueinander annähernd wie die von

den gleichen Mutterlärchen abstammenden B-Nachkommenschaften:

$$\begin{aligned} 6 \times 7 : 7 \times 6 &\approx B 6 (1) : B 7 \\ 72,6 : 88,0 &\approx 71,0 : 87,3. \end{aligned}$$

In Ausführung der auf S. 35 angestellten Überlegungen läßt sich hier darauf schließen, daß die ELä Nr. 6 eine breitere Krone hatte als Nr. 7. Nach den aus der Erinnerung gemachten Angaben von LANGNER war Nr. 7 ein sehr zart- und schwachwüchsiger, steil- und feinastiger Baum mit fast pyramidenförmigem Aussehen (LANGNER 1951, S. 13). Außerdem läßt aber das verschiedenartige Aussehen der reziproken Kreuzungen  $6 \times 7$  und  $7 \times 6$  vermuten, daß der Aira-N-Typ matrokin ist, zumal der bei den Hybriden sehr durchschlagskräftige Baum 7 hier nur in der  $7 \times 6$  voll zur Geltung gekommen ist. Die Matroklinie erstreckt sich aber nicht auf die Reaktionsnorm, da  $6 \times 7$  stark positiv reagiert und der Elter Nr. 6 negativ veranlagt ist (vgl. S. 35).

Bei der Gegenüberstellung der japanischen und europäischen Lärchen der Versuchsfläche ergeben sich die verbürgten Differenzen

$$\begin{aligned} \frac{N ELä - N Jlä}{(mF_D = \pm 1,00; MF_D = \pm 2,24)} &= +7 / +13 / +3 / +5 / +7 // +35 \\ &= +7 / +13 / +3 / +5 / +7 // +35 \end{aligned}$$

die folgendermaßen zu beschreiben sind:

Die europäische Lärche hat merklich kürzere Äste als die japanische, die zu einem *erheblich*, teilweise auffallend größeren Anteil schraubig angeordnet sind. Die Ablaufwinkel sind zwar nicht viel, aber immer noch *etwas* steiler, und die Äste sind *merklich* gestreckter. Im ganzen sehen wir bei der europäischen Lärche erheblich schmalere Kronen als bei der japanischen. Jedoch gibt es sehr viele Lärchen mit Übergangsformen, so daß es nicht möglich ist, die Artzugehörigkeit allein nach der Kronenform ohne Zuhilfenahme anderer botanischer Unterscheidungsmerkmale (z. B. Trieb- oder Nadelfarbe, Zapfenform) anzusprechen, wie dies z. B. bei abgestorbenen, keine Zapfen tragenden Lärchen notwendig werden könnte. Da Hybriden nur aus den japanischen Mutterlärchen 2, 4 und 5 mit den europäischen Mutterlärchen 6 und 7 hergestellt wurden, seien wegen des anschließenden Vergleiches der Bastarde mit den reinen Arten, auch diese N-Typen noch einander gegenübergestellt:

$\frac{N ELä - N Jlä}{2/4/5} = +6 / +13 / +2 / +4 / +7 // +32$ . Die Unterschiede sind hier in der Länge der Äste, der Ablaufrichtung, der Astkrümmung und der Kronenformzahl wenig kleiner als bei  $N ELä - N Jlä$ .

Diese Befunde bei der japanischen und europäischen Lärche stimmen mit den allgemeinen Beobachtungen in der forstlichen Literatur im wesentlichen überein. Zur Kronenform der japanischen Lärche muß aber ergänzend erwähnt werden, daß sie nicht immer nur starr abstehende, nicht überhängende Äste besitzt, sondern daß auch Individuen mit mehr aufstrebenden Ästen vorkommen, die jedoch meist stärker und länger sind als die Äste der europäischen Lärche. Bei der europäischen Lärche, deren nicht wirtelige Anordnung der Äste durch die vorliegenden Befunde bestätigt wird, ist allerdings der abweichende Befund CIESLARS (1899, 1904) für die Alpenlärche zu erwähnen. Er beschreibt sie als einen Baum mit quirligen Ästen im Gegensatz zur Sudetenlärche. Doch steht diese Beurteilung so allein, daß vermutet werden kann, es handle sich hierbei um die Anwendung der korrekt morphologisch-botanischen Nomenklatur. Und in diesem Sinne trifft seine Charakterisierung zweifellos zu: Eine echte spiralförmige Anordnung der Äste wie beim Laubholz tritt bei der europäischen Lärche nie auf. Vielmehr handelt es sich im Grunde genommen doch um Astquirle. Die Äste eines Quirls entspringen aber nicht wie bei der Fichte oder Kiefer auf gleicher Schafthöhe, sondern sind mehr oder weniger weit auseinandergezogen, und zwar bei der europäischen Lärche erheblich weiter als bei der japanischen, so daß der Eindruck schraubiger Anordnung entsteht. Verstärkt wird dieser Eindruck dadurch, daß die Hauptäste oft nur wenig stärker und länger sind als die Zwischenäste, während sich die beiden Astarten bei der japanischen Lärche in Stärke und Länge immer sehr deutlich unterscheiden. Aufstrebende Äste zeigt die europäische Lärche jedoch nur an den jüngeren Baumteilen. Sobald die Äste stärker werden, biegen sie sich mehr und mehr herab, bis sie schließlich waagrecht vom Stamm ablaufen.



Als N-Typ der *Hybriden* auf der Versuchsfläche kann gelten (vgl. Abb. 3 rechts):

$$\begin{aligned} \text{NHLä} &= 17 / 14 / 8 / 14 / 7 // 60 \\ (mFN &= \pm 0,67; MFN = \pm 1,50). \end{aligned}$$

Die Hybriden zeigen mittlere Kronenbreiten bei ziemlich kurzen, mehr schraubig als quirlig angeordneten, meist waagerecht abstehenden, mäßig gekrümmten Ästen. Beim Wipfel überwiegen spitzere Formen.

Die reziproken Kreuzungen  $4 \times 6$  und  $6 \times 4$  bzw.  $5 \times 6$  und  $6 \times 5$  unterscheiden sich kaum. Bei den Kreuzungen zwischen 5 und 6 ist sogar nicht nur keine Matroklinie, sondern eher ein Hinneigen zum jeweiligen Vater zu beobachten. Aber die Differenzen sind für irgendwelche Rückschlüsse zu geringfügig. N 4/6 steht ziemlich in der Mitte zwischen den reinen Arten. In der Wipelform kommt er offenbar nach der JLä, in der Astlänge dafür mehr nach der ELä. N 5/6 hält ebenfalls die Mitte. In Astlänge und -anordnung schlägt anscheinend das Erbgut des europäischen, in den übrigen Eigenschaften das Erbgut des japanischen Elters durch. Wie schon bei den Kreuzungen zwischen 6 und 7 ist auch bei den Hybriden ein hervorragender Einfluß der ELä 7 zu erkennen. Alle Hybriden, an denen dieser Elter beteiligt ist, besitzen merklich spitzere Kronen als jene Bastarde, die bei gleichem japanischen den europäischen Elter 6 haben. Die N-Typen N  $4 \times 7$  und N  $5 \times 7$  einerseits und N 4/6 und N 5/6 andererseits sind sich also viel ähnlicher als N 4/6 und N  $4 \times 7$  bzw. N 5/6 und N  $5 \times 7$ . Bildet man nun die gemeinsamen N-Typen N  $(4+5)/6$  und N  $(4+5)/7$ , so unterscheiden sich diese durch merklich spitzere Kronen bei  $(4+5)/7$ . In der Kronenformzahl ist diese Differenz verbürgt ( $D_K = 15,1$ ). Es ist klar, daß dies auf den Einfluß der europäischen Mutterlärche Nr. 7 zurückzuführen ist. Denn N  $4/(6+7)$  und N  $5/(6+7)$  stehen sich sehr nahe ( $D_K = 1,3$ ). Auch sind ihre geringfügigen Differenzen nicht gesichert (s. Übersicht 5). Die Nachkommenschaft  $4 \times 7$  zeichnet sich übrigens durch besonders regelmäßig gebaute, schlanke Kronen aus (s. Abb. 4).

Übersicht 5. Nachweis der starken Durchschlagskraft der europäischen Lärche Nr. 7

lfd. Nr.	N-Typ	Kennzahlen					K
		I	II	III	IV	V	
a	$4 \times 7$	17,5	16,0	8,9	15,3	8,0	65,7
b	$5 \times 7$	17,3	12,7	13,3	16,0	11,7	71,0
c	4/6	15,0	12,5	7,4	14,5	5,3	54,7
d	5/6	15,5	13,6	6,3	9,8	6,8	52,0
e	$(4+5)/7$	17,4	14,3	11,1	15,7	9,9	68,4
f	$(4+5)/6$	15,3	13,0	6,9	12,1	6,0	53,3
Gegenüberstellung Ne-Nf		+2,1	+1,3	<b>+4,2</b>	<b>+3,6</b>	<b>+3,9</b>	<b>+15,1</b>
h	$4/(6+7)$	16,3	14,2	8,2	14,9	6,6	60,2
i	$5/(6+7)$	16,4	13,1	9,8	12,9	9,3	61,5
Gegenüberstellung Nh-Ni		-0,1	+1,1	-1,6	+2,0	-2,7	-1,3

Differenzen mit  $Sk \geq 2$  sind fett gedruckt, mit  $Sk \geq 3$  fett gedruckt und eingerahmt.

Das Erbgut der europäischen Lärche wirkt sich besonders deutlich auf die Länge, etwas weniger, aber noch immer überwiegend, auf die Anordnung der Äste aus. Mehr nach der japanischen Lärche neigen die Hybriden dagegen in den Ablaufwinkeln und der Krümmung der Äste sowie in der Wipelform. Dabei nähert sich die Anordnung der Äste und der Wipfel schon dem intermediären Zustand. Im ganzen Typus kann man von intermediärer Vererbung sprechen; denn in der Kronenformzahl stehen die Hybriden in der Mitte zwischen der



Abb. 4. Kreuzung  $4 \times 7$ , HLä Nr. 544, Kennzahlen = 20/ 14/ 14/ 16/ 6// 70. Phot. LANGNER.

europäischen und der japanischen Lärche. Diese Stellung wird durch die verschiedenartigen Dominanzverhältnisse der Eltern modifiziert.

Dieses Verhalten stimmt offenbar mit jenem der *Dunkeld Hybrid Larch* (HENRY and FLOOD 1919) überein, die ebenfalls schmalere Kronen als die japanische Lärche entwickelt hat. Die Ablaufwinkel ihrer Äste sind aber nicht spitzer als die der japanischen Lärche, sondern stimmen mit dieser Holzart überein. Doch gilt das nur für den großen Durchschnitt der Versuchsfläche. Es gibt sowohl Fälle, in denen die Hybriden mehr aufstrebende als auch mehr waagerecht ablaufende Äste haben als die japanische Lärche. Bei der *Dunkeld Hybrid Larch* tritt anscheinend das Erbgut der europäischen Lärche in dieser Formeigenschaft etwas mehr in den Vordergrund.

Von Interesse wird noch ein Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit der Arbeit von SCAMONI (1949) sein. Die von SCAMONI in Eberswalde gefundene Verteilung auf die Kronenbreiten nach DENGLERS (1942) Einteilung seien der Kronenbreitenverteilung dieser Arbeit gegenübergestellt (Übersicht 6).

Danach sind die Kronen der Lärchen der Gahrenberg-Versuchsfläche breiter als die der Eberswalder Lärchen. Es kann natürlich nicht beurteilt werden, ob dies auf einem tatsächlichen Unterschied der Kronenformen in Eberswalde und Gahrenberg beruht, da die Eberswalder Lärchen nicht nach der Kronenformzahlmethode, sondern

Übersicht 6. Prozentualer Anteil der Kronenformen

Versuch	Jap. Lä.			Europ. Lä.			Hybriden		
	breit	mittel	spitz	breit	mittel	spitz	breit	mittel	spitz
Eberswalde (geschätzt)	37	45	18	0	37	63	19	46	35
Gahrenberg (gemessen)	69	30	1	4	50	46	24	64	12

Im Versuch Gahrenberg entsprechen die Bezeichnungen breit, mittel und spitz den Kronenformzahlgruppen 0 — 45, 45 — 70, 70 — 100.

nach Okularschätzung klassifiziert wurden. Es ist daher fraglich, ob beide Verteilungen überhaupt vergleichbar sind. Bei der europäischen Lärche und den Hybriden stimmen zwar die auf die breiten Kronen entfallenden Anteile recht gut überein, nicht aber die Anteile der mittleren und spitzen Kronen. Hier liegt die Vermutung nahe, daß SCAMONI bei der Schätzung für das Prädikat „spitz“ großzügiger verfuhr als Verfasser bei der Einteilung nach Kronenformzahlen. Dagegen scheinen die japanischen Lärchen in Eberswalde tatsächlich schmalere Kronen zu haben als auf der Gahrenberg-Fläche. Ihre Kronenbreitenverteilung nähert sich schon jener der Hybriden des Gahrenberges. Auf jeden Fall überwiegen auf beiden Versuchsflächen bei der japanischen Lärche die mittleren und breiten, bei der europäischen die spitzen Kronen und nehmen die Hybriden eine intermediäre Stellung ein.

### Zusammenfassung

1. Zur Beschreibung der Kronenform wurden die wichtigsten Formelemente der Lärchenjugendkrone mit einem eigens für diesen Zweck konstruierten *Typenlineal* gemessen und zur Errechnung einer *Kronenformzahl* für europäische und japanische Lärche sowie Hybriden zwischen beiden Arten benutzt. Die Kronenformzahl gibt die Stellung der gemessenen Lärchenkrone zwischen einem extrem breiten und einem extrem schmalen Kronentyp an.

2. Bei gleichbleibendem Erbgut wurden enge Beziehungen zwischen den Bodenverhältnissen und der Kronenausformung zahlenmäßig nachgewiesen. Die Lärchen neigen dazu, infolge von Standortsveränderungen ihre Kronen mehr oder weniger deutlich zu verbreitern oder zu verschmälern. Ähnliche Standortsveränderungen lösen bei diesem Material ähnliche Reaktionen aus. Verschiedenartige Standortsveränderungen können sowohl verschiedenartige als auch gleichartige Reaktionen zur Folge haben. Sowohl die *Reaktionsrichtung* als auch die *Reaktionsintensität* werden außerdem weitgehend von der Veranlagung der Individuen beeinflusst.

3. Bei der japanischen Lärche herrschen breite, bei der europäischen schmale Kronen vor. Zahlreiche individuelle Übergänge machen aber die Bestimmung der Artzugehörigkeit einer einzelnen Lärche nach ihrer Kronenform allein unmöglich. Die Nachkommenschaften der japanischen Lärche sind einander sehr ähnlich. Im Gegensatz dazu sind die Nachkommenschaften der europäischen Lärche unterschiedlich. Den Normaltyp in der vermutlich optimalen Standortgruppe *Aira* — *a/b* bestimmt bei ihnen offensichtlich der jeweilige Mutterbaum. In der Reaktionsrichtung dominiert dagegen das Erbgut der ELä Nr. 7 über die ELä Nr. 6. Die *Hybriden* verhalten sich mit mittelbreiten Kronen den reinen Arten gegenüber intermediär. Ihre Kronenform wird in der Länge und Anordnung der Äste von der europäischen, in den Ablaufwinkeln und der Krümmung der Äste sowie in der Wipfform von der japanischen Lärche beeinflusst. Unterschiedliche Dominanz der Eltern kann Abweichungen hiervon zur Folge haben. Die verschiedenen Hybridsorten sind daher untereinander uneinheitlich. Besonders deutlich heben sich die aus der Kreuzung mit der europäischen Lärche Nr. 6 entstandenen Hybriden von den aus der Kreuzung mit der europäischen Lärche Nr. 7 hervorgegangenen durch breitere Kronen und durch die Tendenz zur Kronenverbreiterung bei ungünstiger Standortsveränderung ab. Die Nachkommen der

Lärche Nr. 7 dagegen haben stets schmale Kronen und neigen zur Kronenverschmälerung. Matroklonie konnte bei den Hybriden nicht nachgewiesen werden.

### Summary

Title of the paper: *The development of the juvenile crown of larch in relation to soil and heredity.*

1. In order to describe the form of the crown the most important elements of the form of the juvenile crown of larch have been measured with a specially constructed scale (*Typenlineal*). This has been used for the calculation of the form factor of the crowns of European larch and Japanese larch and of hybrids between these two species. The form factor of the crown is an index of the position of the larch crown between an extremely broad and an extremely narrow type.

2. Within progenies there is a close correlation between the conditions of the soil and the form of the crown. Larches tend to widen or narrow their crowns quite noticeably as the locality changes. Similar site types produced similar reactions in the material studied. Different site types produced varied reactions. The direction and intensity of the reaction is influenced by the inherent characteristics of the material.

3. In Japanese larch broad crowns are the rule; in European larch narrow crowns. But the numerous exceptions make it impossible to define to which species an individual tree belongs on the basis of crown form alone. The Japanese larch progenies are very uniform in form of crown, but on the other hand those of European larch are variable. The "normal" crown form for each mother tree is seen in the mean group on the *Aira a/b* site type. On the other hand the genotype of E. L. No. 7 is dominant over E. L. No. 6 in the direction of the reaction. The hybrids are intermediate between the two pure species in having moderately broad crowns. The crown form of the hybrids follows that of European larch in length and arrangement of the branches. The angle and curve of the branches and the form of the top are influenced by the Japanese larch. Variations in crown form can result from the varying dominance of the parent trees. Thus the hybrids are not uniform in appearance. The hybrids from crosses with E. L. No. 6 differ from those derived from crossings with E. L. No. 7 showing much broader crowns and a tendency for the crown to broaden out as a result of unfavourable soil conditions. In contrast the progeny of E. L. No. 7 have small crowns and a tendency to reduce their crowns on unfavourable soils. Matrocliny could not be discerned in the hybrids.

### Literatur

- CIESLAR, A.: Neues aus dem Gebiet der forstlichen Zuchtwahl (spez. über Lärche). *Centralbl. ges. Forstwes.* 25, 99—111 (1899). — CIESLAR, A.: Waldbauliche Studien über die Lärche. *Centralbl. ges. Forstwes.* 30, 1—25 (1904). — DENGLER, A.: Ein Lärchenherkunftsversuch in Eberswalde. *Ztschr. Forst- u. Jagdwes.* 74, 152—179 (1942). — FANKHAUSER, F.: Zur Kenntnis der Lärche. *Ztschr. Forst- u. Jagdwes.* 51, 289—297 (1919). — 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). — HUBER, B.: Fortschritte der pflanzlichen Hormonforschung. *Allg. Forstztschr.* 4, 177—178 (1949). — HUGERSHOFF, R.: Ausgleichsrechnung, Kollektivmaßlehre und Korrelationsrechnung. Berlin-Grünwald: Wichmann 1940. — JOHANNSEN, W.: Elemente der exakten Erblchkeitslehre. Jena: Fischer 1926. — LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* GORD. *Z. Forstgenetik* 1, 2—18 (1951), 1, 40—56 (1952). — SCAMONI, A.: Die weitere Entwicklung der Kreuzungen zwischen *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* MURRAY in Eberswalde. *Züchter* 19, 192—196 (1949). — SCHOBER, R.: Die Lärche. Hannover: Schaper 1949.