

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	97 (1946)
Heft:	6
Artikel:	Mathematisch-statistische Untersuchung über das Jugendwachstum von Lärchen verschiedener Herkunft im Lehrwald der ETH
Autor:	Auer, C.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-765392

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mathematisch-statistische Untersuchung über das Jugendwachstum von Lärchen verschiedener Herkunft im Lehrwald der ETH

von Forstingenieur *Chr. Auer*, Chur

Einleitung

Das Problem der Lokal- und Standortsrassen der Holzarten wird Förster und Wissenschaft wohl kaum jemals zur Ruhe kommen lassen. So sicher erwiesen ihr Vorhandensein ist, so unsicher sind wir in der Erfassung und Kennzeichnung der trennenden Merkmale. Sie unterscheiden sich eben nicht nur in *einer* bestimmten Eigenschaft und dort auffällig, sondern in vielerlei Hinsichten, aber in der Regel nur unscheinbar voneinander. Dieses verunmöglicht gewöhnlich die Erfassung der Unterschiede. Glaubt man ab und zu einen Unterschied in meßbarer Größe erfaßt zu haben, so erweist er sich bei näherem Zusehen als unbedeutend oder nur zeitbedingt. Es bleibt immer noch dem «Takt» des «Finders» überlassen, abzuwägen, ob ihm auch wirklich unterscheidende Bedeutung beizumessen sei.

Unter diesem Gesichtswinkel möge der Leser die folgenden Ausführungen betrachten. Sie beschränken sich auf die Wiedergabe von Längenwachstumsverhältnissen. Angeregt durch die Vorlesung von Prof. Dr. A. Linder, wurde das Aufnahmematerial nach neuen statistischen Methoden untersucht¹.

Lärchenprovenienzversuche sind u. a. schon von Engler und Burger² angelegt worden. Weiter haben Cieslar, Rubner, Dengler und viele andere dem Problem ihre Aufmerksamkeit geschenkt. Es dreht sich bei diesen Versuchen letzten Endes vor allem darum, die für den Anbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes geeigneten Lärchenrassen zu finden. Es werden daher vor allem Herkünfte verschiedener natürlicher Lärchenvorkommen im großen miteinander verglichen.

Die nachfolgenden Ausführungen befassen sich dagegen hauptsächlich mit Lärchen verschiedener Herkunft aus demselben Großwuchsgebiet, den Alpen. Es werden 22 schweizerische und 5 ausländische Herkünfte verglichen.

¹ Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel, 1945.

² Burger, H.: Einfluß der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. Die Lärche. Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen. Bd. XIX. 1935.

I. Die Versuchsanlage und statistischen Prüfverfahren

Für den Eigengebrauch und zur Beschaffung von Pflanzmaterial zu Versuchen wurden durch Prof. Dr. H. Leib und gut in den Jahren 1941—1944 im Pflanzgarten des Lehrreviers Lärchen verschiedener Herkunft gesät. Das Saatgut stammte größtenteils aus der Schweiz und ist in den gewünschten Gebieten eigens für diese Zwecke geerntet worden. Durch freundliche Vermittlung ausländischer Forstämter konnte auch aus verschiedenen Gebieten Ostdeutschlands, Polens und aus den Sudeten Samen von bestimmten Standorten gewonnen werden.

Die Saaten sind hauptsächlich als Rillensaaten auf mit Dampf sterilisiertem, gut gemischtem Laubmischwaldhumus und Kompostmaterial ausgeführt worden. Sie haben sich gegenüber der Vollsaat als bedeutend vorteilhafter erwiesen. Ebenso haben ausgedehnte Versuche gezeigt, daß Sterilisation der Keimbeeterde jeder andern Methode der Keimlingspilzbekämpfung vorzuziehen ist.

Die Messungen und Beschreibungen sind Ende September 1944 ausgeführt worden. Bei jeder Provenienz, bei der nicht alle Lärchen gemessen wurden, sind durchschnittliche Querschnittspartien ausgelesen und vollständig aufgenommen worden, um auf diese Weise auch mit Stichproben den wirklichen Verhältnissen möglichst nahe zu kommen. Die Längen sind auf ganze cm auf- und abgerundet.

Die Lärchensamen sind im Pflanzgarten unter durchaus vergleichbaren Bedingungen gesät und nach Herkünften getrennt erzogen worden. Lärchenherkünfte, die zwei oder drei Jahre nacheinander angesät wurden, standen immer wieder an anderer Stelle im Pflanzgarten. Für die statistische Betrachtung der Aufnahmen ist diese Tatsache von Bedeutung.

Für jede Herkunft ist der arithmetische Mittelwert der Höhen gerechnet worden. Dieser Mittelwert wurde als Mitte einer 5 cm breiten Klasse aufgefaßt. Sämtliche Höhen darüber und darunter wurden in entsprechende Klassen gruppiert. Daraus ergab sich auf sehr einfache Weise die Streuung (siehe Seite 232). Ferner wurde für jede Herkunft auch die theoretische Verteilung der Höhen um ihren Mittelwert ermittelt, d. h. jene Verteilung, die man bei unendlicher Zahl von Messungen schließlich erhalten würde. Sie läßt sich gut graphisch darstellen. Hierzu wurde folgender Ausdruck für die *Galtonsche Verteilungskurve* benutzt³:

$$Y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-x^2/h^2} \quad h = \frac{1}{s\sqrt{2}} \quad s = \text{Streuung}$$

Es bedeuten dabei:

Y = theoretische Häufigkeit von Höhen einer bestimmten Klasse.

X = Klassennummer (4, 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, ...).

π = Konstante 3.14.

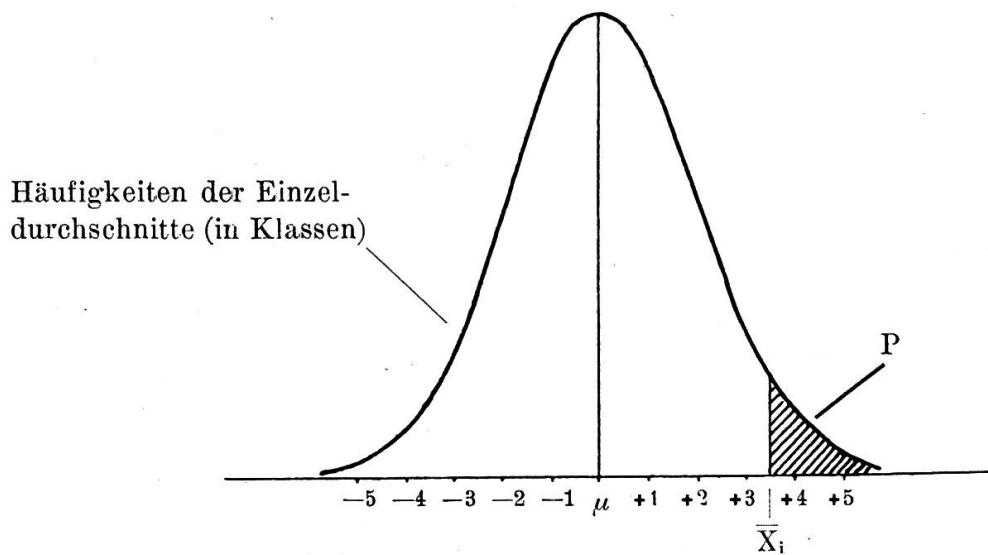
e = Basis der nat. Logarithmen.

³ Pallmann, H. und Haffter, P.: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. Berichte der schweiz. bot. Gesellschaft 1933.

Die benützten statistischen Prüfverfahren sind in dem bereits erwähnten Buch von Linder ausführlich dargestellt und begründet.

Es sei nur kurz das Prinzip zusammengefaßt :

Auf einem im wesentlichen überall homogenen Versuchsfeld von unendlicher Ausdehnung sei unter ideal gleichen Bedingungen die gleiche Lärchenprovenienz angepflanzt. Wir machen nun darin 1, 2, 3 ... bis unendlich oftmals Höhenmessungen an je beispielsweise 100 zufällig ausgewählten Lärchen und rechnen jedesmal die zugehörige mittlere Höhe aus ($\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_i, \dots, \bar{X}_\infty$). Hierauf bilden wir den Durchschnitt dieser Einzeldurchschnitte und gruppieren die Einzeldurchschnitte beispielsweise in Klassen um diesen. Je näher diese Klassen dem Gesamtdurchschnitt liegen, um so häufiger treten Einzelwerte in ihnen auf. Die graphische Darstellung dieser Häufigkeiten liefert die bekannte Glockenkurve. (Vgl. Darstellung 1.)



Darstellung 1 :

Häufigkeitsverteilung der Einzeldurchschnitte um den Durchschnitt aller Durchschnitte ($= \mu$)

Wird diese Glockenkurve mathematisch so gefaßt, daß die Fläche zwischen ihr und der X-Achse = 100 ist, so läßt sich aus ihr für jeden Einzeldurchschnitt (\bar{X}_i) bequem ermitteln, in wieviel auf 100 Fällen er oder ein größerer Einzelwert nach den Gesetzen des Zufalles eintreten kann. Diese Wahrscheinlichkeit ist gleich der Fläche (P), vom Unendlichen her bis zum Werte \bar{X}_i integriert.

Auch größte Abweichungen sind theoretisch möglich, aber die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens ist sehr gering. Der Entscheid, wohin die «Grenze des Zufälligen» gelegt werden soll, ist daher eine konventionelle Sache. Die sog. Sicherheitsschwellen liegen bei 5 % und 1 %. Tritt ein Wert — oder ein größerer als er — nur in 5 % aller Fälle zufällig auf, so wird er nur mehr als bedingt zufällig betrachtet. Tritt er sogar nur in weniger als 1 % der Fälle zufällig auf, so betrachtet man ihn als durch einen systematischen Unterschied entweder im Aufnahmematerial oder dann in der Aufnahmemethode verursacht. Das Risiko, daß er in 1 % der Fälle auch in demselben Aufnahmematerial entstehen kann, nimmt man dabei auf sich. Aber man kennt es, zum Unterschied der bisherigen Vergleichsmethoden !

Was hier am Beispiel des Durchschnittes erläutert worden ist, gilt im Prinzip auch für irgendeine andere statistische Maßzahl. Also auch der Unterschied zweier

Durchschnitte verteilt sich nach den gleichen Gesetzen. Auch die Häufigkeit des Eintretens eines bestimmten Unterschiedes — oder eines größeren als er — lässt sich zahlenmäßig ausdrücken (%).

II. Beschreibung der untersuchten Lärchenherkünfte

Einjährige Sämlinge

Provenienz Nr.	Herkunft	Meereshöhe des Herkunftsortes		Bemerkungen (Aussehen am 29.9.44)
19	Sudetenlärche aus dem Forstamt Neumünster, Bezirk Kassel. Aus gleichaltrigem, geschlossenen Mischbestand mit Bu. und Ei.	m 30—50		Im Aussehen nicht zu unterscheiden von den Provenienzen 18 und 37. Eher etwas unausgeglichener. Hypokotyl-länge 2 cm. Nadellänge 2,5 cm.
18	Sudetenlärche aus dem Forstamt Bad Homburg, Bezirk Kassel. Aus Mischbestand mit versch. Laubhölzern, Fi. u. Fö.	250—450		Hypokotyllänge 2 cm. Nadellänge 2,5 cm. Höhenwachstum nicht abgeschlossen. Kein Keimling verholzt. Sehr üppig.
37	Lärche unbekannter ursprünglicher Herkunft aus dem Lehrrevier ETH, Abt. 6, 90—100jährig. Mischbestand mit Bu., Fö., Ta., Fi.	610		Hypokotyllänge 2 cm. Nadellänge 2,5 cm. Voll-grün. Sehr üppig. Höhenwachstum meist abgeschlossen.
24	Lärche unbekannter ursprünglicher Herkunft aus Lehrrevier ETH, Abt. 4. Mischbestand mit Bu.	630		Hypokotyllänge 2 cm. Häufig ohne größeres Wachstum über Hypokotyl. Nadellänge 2 cm. Bei 1—2 % Höhenwachstum nicht abgeschlossen. Voll-grün.
27	Alpenlärche aus dem Puschlav, Grbd. (Suragnida)	1300		Wachstum gering. Hypokotyllänge 2 cm. Größen bedeutend ausgeglichener als bei den andern Provenienzen. Voll-grün.
20	Alpenlärche aus dem Oberengadin	1800—1900		In 7 Rillen nur 20 Stück gekeimt. Mittl. Höhe 1,7 cm. Voll-grün.

Zweijährige Lärchen

32	Alpenlärche aus dem Wallis (Saas-Grund) .	1580	Nadellänge 3 cm. Bei den meisten Exemplaren sind kräftige Seitenzweige vorhanden (Länge ca. 15 cm). Höhenwachstum abgeschlossen. Nicht verholzte Triebe bei 17 Stück von 76 = 22,4 %. Nur vereinzelte Nadeln verfärbt.
----	---	------	--

Provenienz Nr.	Herkunft	Meereshöhe des Herkunftsortes	Bemerkungen (Aussehen am 29.9.44)
30	Alpenlärche aus dem Wallis (St. Niklaus : Jungenalp)	m 1880	Nadellänge 3 cm. Seitenzweige hart über dem Boden (ca. 12 cm lang). Höhenwachstum abgeschlossen. Nicht verholzt 16 Stück von 80 = 20 %. Nur einzelne Nadeln verfärbt.
25	Alpenlärche aus dem Wallis (St. Niklaus : Jungenalp)	2030	Nadeln ca. 3 cm. Seitenzweige nicht überall vorhanden (bei 11 Stück von 81). Höhenwachstum nicht abgeschlos- sen = 13,6 %. Nicht verholzt 38 %. Noch fast voll-grün.
29	Alpenlärche aus dem Wallis (Saas - Fee : Hannigalp)	2130	Nadeln 3,5 cm lang, voll-grün. Stark unausgeglichene Höhen. Seitenzweige nur bei 5 Stück vorhanden. Höhen- wachstum abgeschlossen. Nicht ver- holzt 6 Stück von 48 = 12,5 %.
18	Sudetenlärche aus dem Forstamt Bad Hom- burg	250—450	Auffallend üppiges Aussehen. Nadeln voll-grün, 5 cm lang. Seitenzweige bei allen Lärchen vorhanden (durch- schnittl. 18—20 cm lang). Höhen- wachstum nicht abgeschlossen bei 4 %. Nicht verholzt 90—95 %.
34	Alpenlärche aus dem Wallis (Lötschental) .	1550	Nadellänge 3 cm. Noch fast voll-grün. Bei allen Lärchen Seitenzweige gebil- det (etwa 2—5 cm über dem Boden 3—4 Äste). Höhenwachstum nicht ab- geschlossen bei 4 %. Nicht verholzt 13,3 %.
35	Alpenlärche aus dem Wallis (Lötschental) .	1800	Nadellänge 3 cm. Nur vereinzelte Na- deln verfärbt. Dicht über dem Boden meist Seitenzweige (ca. 15 cm lang). Höhenwachstum abgeschlossen. Nicht verholzt 31,6 %.
28	Alpenlärche aus dem Puschlav (Cadera) . .	1360	Nadellänge 2 cm. Sehr dürftiges Aus- sehen. Nur bei 10—15 % der Lä. ca. 8 cm lange Ästchen. Höhenwachstum nicht abgeschlossen ca. 1 %. Nicht ver- holzt ca. 50 %.
26	Alpenlärche aus dem Puschlav (Campascio) .	1700—1800	Nadellänge 2—3 cm. Beginnende Ver- färbung. Seitenzweige nur etwa bei 50 % vorhanden (7—12 cm lang).
17	Sudetenlärche aus dem Forstamt Karnkewitz (Schlesien)	250	Dreijährige Lärchen Durchwegs voll-grün; nur vereinzelte Nadeln abfallend. Nadellänge ca. 5 cm. Länge der Seitentriebe ca. 30 cm. 80 % noch nicht verholzt. Mittlere Höhe = 62,19 cm Jahrestrieb 44 = 31,85 cm.

Provenienz Nr.	Herkunft	Meereshöhe des Herkunftsorates	Bemerkungen (Aussehen am 29.9.44)
8	Alpenlärche aus dem Onsernonetal (Costa)	m 700	Allgemein beginnendes Vergilben. Leicht bräunlich. Nadellänge 2—3 cm, fichtennadelähnlich gedrungen, derb, spitz, fast stechend. Seitenäste sperrig abstehend. Mittlere Höhe = 54,82 cm Jahrestrieb 44 = 15,06 cm.
11	Alpenlärche aus dem Wallis (Grengiols), feuchter N-Hang. Schiefer	1400	Schon $\frac{1}{4}$ der Nadeln abgefallen oder dür्र. Höhenwachstum nicht abge- schlossen bei 5 %. Seitentriebe reich- lich, über die ganze Länge verteilt, sperrig abstehend, oben eher länger. Mittlere Höhe = 47,24 cm Jahrestrieb 44 = 6,76 cm.
10	Alpenlärche aus dem Engadin (Scanfs) . .	1670	Nadeln sehr ungleich vergilbt zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$, oft ganze Lärchen. Sehr mage- res Aussehen. Beastet bis zum letzten Jahrestrieb. Nadeln kurz, derb, ge- drungen, fichtennadelähnlich. Höhen- wachstum abgeschlossen. Alle Lä. ver- holzt. Mittlere Höhe = 33,49 cm Jahrestrieb 44 = 9,49 cm.
18	Sudetenlärche aus dem Forstamt Bad Hom- burg	250—450	Nadellänge 4,5 cm. Sehr üppiges Aus- sehen. Voll-grün. Nur vereinzelte Na- deln fallen ab. Seitenäste durchschnitt- lich 25—30 cm lang. Höhenwachstum nicht abgeschlossen 5 %. Nicht ver- holzt 4,5 %. Mittlere Höhe = 65,98 cm Jahrestrieb 44 = 30,01 cm.
12	Alpenlärche aus dem Wallis (Grengiols) . .	1200	Nadeln schon zu $\frac{1}{3}$ abgefallen. Schüt- teres Aussehen. Länge der Seitentriebe ca. 15 cm. Höhenwachstum nicht ab- geschlossen bei 5,5 %. Mittlere Höhe = 51,55 cm Jahrestrieb 44 = 11,69 cm.
19	Sudetenlärche aus dem Forstamt Neumünster	30—50	Nadellänge durchschnittlich 4,5 cm. Nur vereinzelte Nadeln verfärbt. Sehr üppiges Aussehen. Bis zu 50 cm Höhe Seitenäste von ca. 30 cm Länge. Hö- henwachstum noch nicht abgeschlos- sen bei 7 % der Pflanzen. Nicht ver- holzt 16 %. Mittlere Höhe = 55,55 cm Jahrestrieb 44 = 26,81 cm.

Provenienz Nr.	Herkunft	Meereshöhe des Herkunftsortes	Bemerkungen (Aussehen am 29. 9. 44)
20	Alpenlärche aus dem Engadin (Pontresina)	1850—1900	m Nadeln zur Hälfte stark verfärbt. Sperriges Aussehen von Nadeln und Seitenästen. Mittlere Höhe = 33,60 cm Jahrestrieb 44 = 11,53 cm.
9	Alpenlärche aus dem Maggiatal (Cerentione)	900—1000	ca. 2 cm lang, fichtennadel- ähnlich, sehr ungleich vergilbt, ca. $\frac{1}{6}$. Mageres Aussehen. Seitentriebe zahl- reich bis zum letzten Längstrieb, durchschnittl. ca. 12 cm lang. Höhen- wachstum überall abgeschlossen. Nicht verholzte Endtriebe bei 15 % der Pfl. Mittlere Höhe = 50,47 cm Jahrestrieb 44 = 10,76 cm.
16	Alpenlärche aus dem Engadin (Tarasp)	1400	Nadellänge 4—5 cm. Ca. $\frac{1}{3}$ der Na- deln bereits abgefallen. Beginnendes, allgemeines Vergilben. Seitenäste zahl- reich bis zum Endtrieb. Höhenwachs- tum nicht abgeschlossen bei 6 % der Pflanzen. Nicht verholzt 31 %. Mittlere Höhe = 46,45 cm Jahrestrieb 44 = 19,80 cm.
22	Alpenlärche, angeblich aus dem Tirol (Han- delssaatgut)	—	Nadellänge durchschnittl. 3,5 cm. $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Nadeln abgefallen. Wüchsi- ges, gesundes Aussehen. Seitenäste zahlreich, ca. 18 cm lang. Höhenwachs- tum bei allen Pflanzen abgeschlossen. Nicht verholzt 29 %. Mittlere Höhe = 39,18 cm Jahrestrieb 44 = 18,97 cm.

III. Versuchsergebnisse

1. Einjährige Lärchensämlinge

Während im alpinen natürlichen Verbreitungsgebiet der Lärche die Keimlinge im ersten Jahr kaum länger als 3—4 cm, meistens sogar nur 1 cm hoch werden, sind hier bei Tieflandherkünften Höhen von 12 bis 15 cm keine Seltenheit. Das absolute Maximum ist sogar bei 17 cm gemessen worden bei einer Lärche unbekannter ursprünglicher Herkunft aus dem Lehrrevier. Bei natürlichem Lärchenanflug im Stadtwald Zürich (Degenried) habe ich ähnliche große Keimlingsdimensionen feststellen können.

Die errechneten mittleren Höhen einjähriger Lärchensämlinge sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich :

Provenienz No. und Ort	Anzahl gemessene Pflanzen	Mittlere Höhe cm	Der Unterschied ist nur rein zufällig in weniger als Fällen mehr als Fällen	
37 Lehrrevier	200	9,16	1 pro 100	1 pro 1000
18 Bad Homburg	100	8,34	1 pro 1000	1 pro 10 000
24 Lehrrevier	100	7,29	1 / 1 000 000	1 / 1 000 000 000
19 Forstamt Neumünster .	300	5,89	1 / 1 000 000 000	
27 Puschlav.	100	3,28		
20 Oberengadin	20	1,70	„t-Test“ von „Student“)	

Der Höhenunterschied zwischen den Tiefland- und den Hochgebirgsformen ist erstaunlich groß. Der mathematisch-statistische Vergleich der Mittelzahlen erbringt den Beweis, daß dieser Unterschied als absolut systematischer Natur zu betrachten ist. Was hier den Wachstumsunterschied besonders stark gestaltet, ist der Umstand, daß bei den Hochgebirgsformen über dem Hypokotyl kaum ein nennenswertes Wachstum weitergeht. Es bleibt bei der Ausbildung eines nur kurzen Sprosses (zirka 0,5 cm), der mit Sekundärnadeln besetzt ist. Bei den Tieflandformen setzt hier dagegen noch ein ganz energisches Wachstum ein. Aber auch die an und für sich geringfügigen Höhenunterschiede innerhalb der Tieflandprovenienzen sind im ungünstigsten Falle zu weniger als 1 % der Messungen nur auf Zufälligkeiten zurückzuführen. Sie sind gesichert systematischer Art. Da wir aber Behandlung und Wachstumsbedingungen der verschiedenen Provenienzen innert meßbaren Größen als gleichgestaltet voraussetzen dürfen, werden diese Unterschiede zu einem Ausdruck der verschiedenen Wachstumsenergie — einer Provenienzeigenschaft. Vom praktischen Standpunkt aus betrachtet, scheinen vorerst nur die bestehenden, extremen Wachstumsunterschiede von Wichtigkeit zu sein. Sie können z. B. bei der natürlichen Verjüngung der Lärche im Mittelland mit der dort großen Verunkrautungsgefahr entscheidend sein.

Es ist von Wichtigkeit zu wissen, wie sich die einzelnen Höhen um das errechnete Mittel verteilen. Sie können sich bei kleiner Variationsbreite recht eng um diesen gruppieren, so daß wir, graphisch dargestellt, um das Mittel herum eine typische sehr ausgeprägte Häufungsstelle haben; oder dieser gleiche Mittelwert kann auch aus sehr stark auseinander liegenden Werten entstanden sein. Es können also die erreichten Höhen bei einer Provenienz recht gleichmäßig und ausgeglichen sein, bei einer andern aber recht stark variieren. Aus dem bloßen Mittelwert ist dies nicht zu erkennen. Wie aus den folgenden Ausführungen hervorgeht, ist gerade diese Variation offenbar auch als Provenienzeigenschaft zu bewerten. Ich nenne diese Ausgeglichenheit der Höhen einer Provenienz im folgenden *Homogenität*. Als Ausdruck und Maß hierfür dient der Wert der Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung vom Mittelwert. Sie ist klassenweise berechnet worden nach folgender Formel:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^M f_j (X_j - \bar{X})^2}$$

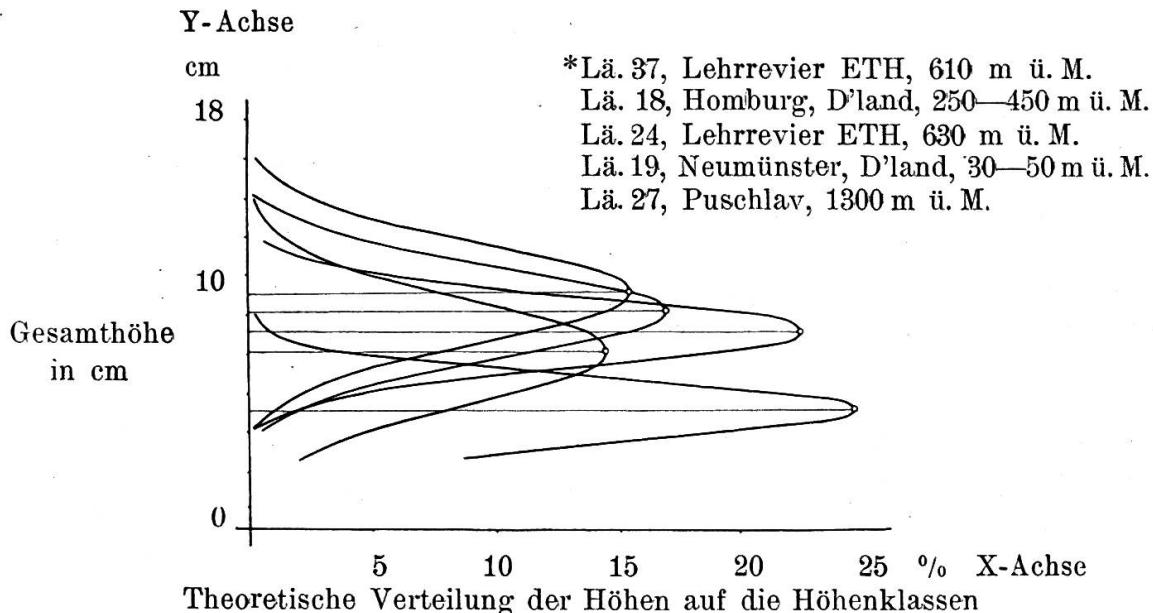
Es bedeuten dabei :

s = Streuung.	N = Totale Anzahl der Messungen.
X_j = Klassenmittel.	f_j = Anzahl Messungen pro Klasse.
\bar{X}_m = Arithmetischer Mittelwert aller Höhen = (Mitte der häufigsten Klasse).	M = Anzahl Klassen.
	j = Ordnungszahl der Klasse.

Für die Berechnung und Anschauung erwiesen sich 5-cm-Klassen als sehr geeignet. Die errechneten Streuungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt :

Herkunft	Anzahl gemessene Pflanzen	Streuung		Aus dem Unterschied errechnete, normal verteilte Größe X	Der Unterschied ist nur rein zufällig in weniger als	
		s^2	s		mehr als	
19	300	7,51	2,74	0,83	41 %	40 %
37	200	6,62	2,57	0,99	33 %	32 %
18	100	5,58	2,36	2,90	1 %	0,1 %
24	100	3,09	1,76	0,90	37 %	36 %
27	100	2,60	1,61			

Der Unterschied der Streuungen zwischen den Provenienzen 19, 37 und 18 ist zu ein Viertel bis ein Drittel der Fälle nur zufälliger Art. Ebenso unterscheiden sich die Homogenitäten der beiden Herkünfte 24



Darstellung 2:
Einjährige Sämlinge verschiedener Herkunft

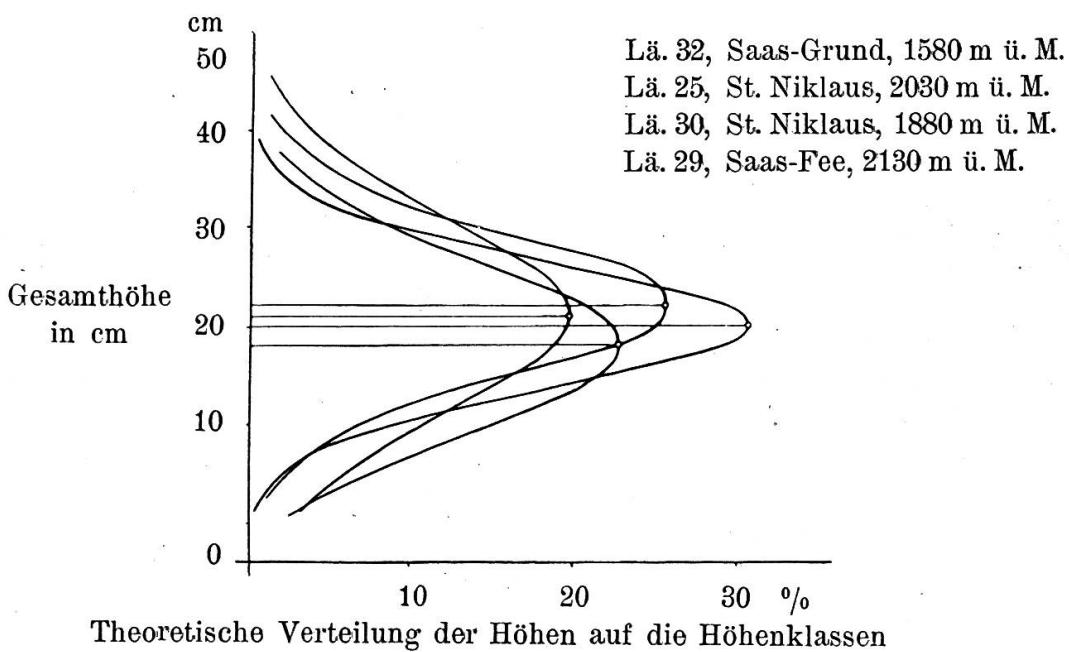
* Die Reihenfolge der Herkunftsangaben, von oben nach unten gelesen, entspricht der Reihenfolge der Einzelkurven nach absteigendem, mittlerem Wert der Höhen auf der Y-Achse. (Dies gilt auch für die folgenden Darstellungen.)

und 27 zu einem Drittel der Fälle nicht systematisch. Es liegen diese Verhältnisse schon in den Kurvenformen implizite ausgedrückt. Dagegen ist der Streuungsunterschied zwischen diesen beiden oben genannten Gruppen fast rein auf eine systematische Ursache zurückzuführen.

Es wäre an und für sich denkbar, daß mit dem Kleinerwerden der Sämlinge die Variabilität der Höhen auch abnimmt, weil sich diese schließlich einem vegetativen Minimum nähern, unterhalb welchem es keine Existenz mehr gibt. Dieses Minimum wäre hier als kleinste mögliche Hypokotyllänge aufzufassen. Die numerischen Variationsmöglichkeiten nehmen ab. Die Kurven müßten, je näher dem Nullpunkt, um so steiler werden. Bis zu einem gewissen Grade trifft dieses letztere auch in allen graphischen Darstellungen zu. Die nähere Gegenüberstellung von Provenienz 24 mit 27 beweist, daß dies aber nicht notwendigerweise immer der Fall sein muß. Die Kurvenformen dieser beiden Lärchen, d. h. die Homogenitäten, unterscheiden sich nicht gesichert systematisch in ihrem Charakter, obwohl das eine Mittel bei 7,29 cm, das andere viel tiefer, bei 3,28 cm liegt. Es kann also sehr wohl eine Rasse trotz höheren Durchschnittszahlen verhältnismäßig homogen sein. Man kann sich vorstellen, daß in solchen Fällen die höhere Homogenität an charakteristischer und unterscheidender Bedeutung für diese Rasse gewinnt.

2. Zweijährige, verschulte Lärchen

Die Lärchen sind alle im Frühjahr 1943 gesät und im Frühjahr 1944 verschult worden. Beim Verschulen scheinen durchschnittlich 3—4 cm der Höhe verloren zu gehen, weil man offenbar immer eher zu tief pflanzt.



Theoretische Verteilung der Höhen auf die Höhenklassen

Darstellung 3 :

Zweijährige Sämlinge aus verschiedenen Höhenstufen desselben Gebietes
(Visper Täler, Wallis)

Darstellung 3 faßt vier Provenienzen zusammen, die alle aus dem gleichen Walliser Seitental, aber aus verschiedenen Höhenlagen stammen. Die rechnerisch festgestellten Höhenunterschiede sind äußerlich kaum sichtbar. Sie sind aber gesichert wesentlicher Art, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht :

Provenienz	Höhe ü. M. m	Anzahl Sämlinge	Mittlere Höhe cm	Der Unterschied ist rein zufällig in	
				weniger als Fällen	mehr als Fällen
32: Saas-Grund	1580	29	22,40	3 pro 100	2 pro 100
25: St. Niklaus	2030	81	21,56	1 pro 10 000	1 pro 1 000 000
30: St. Niklaus	1880	29	20,00	1 pro 10 000	1 pro 1 000 000
29: Saas-Fee	2130	29	18,00		

Eine leichte Abnahme des Wachstums mit zunehmender Meereshöhe läßt sich in unserem Falle selbst für das gleiche, enge Klimagebiet der Vispertäler feststellen. Man wird ihr aber kaum allgemeingültigen Charakter zuschreiben, wenn man sich vergegenwärtigt, daß wir hier eventuell nur wenige Lärchen, vielleicht nur 1—2 Stück, der verschiedenen Populationen miteinander vergleichen.

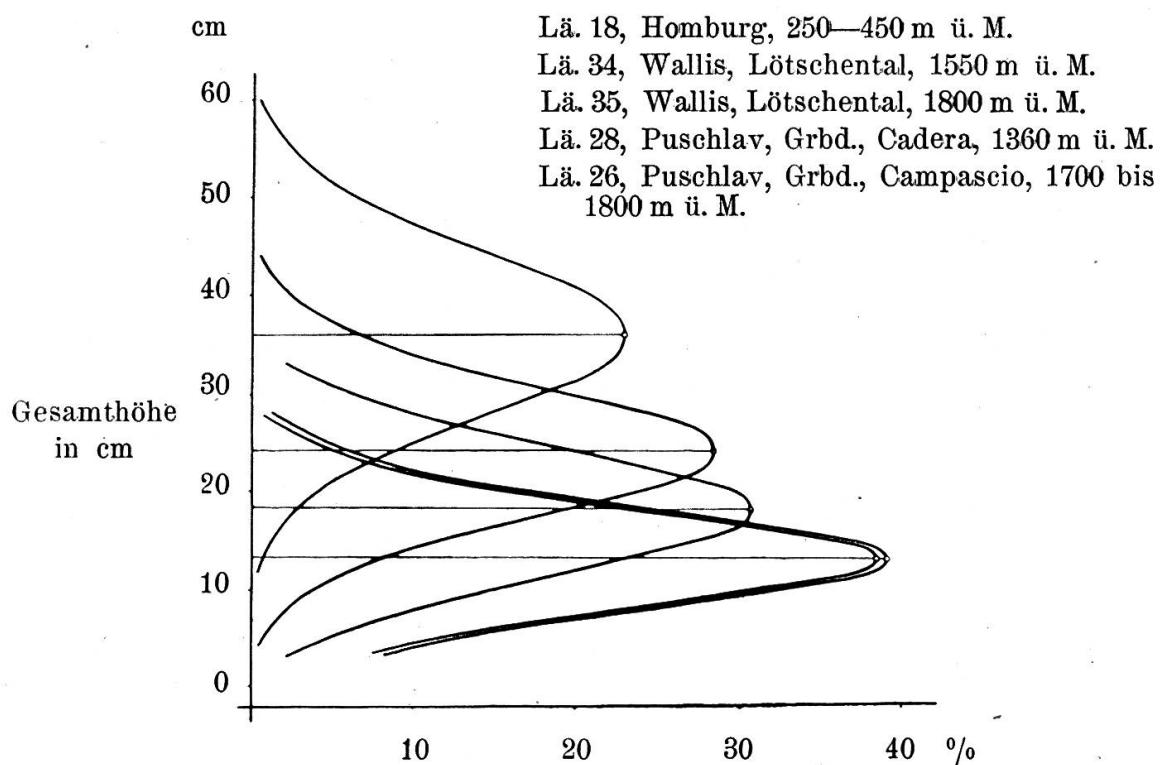
Die auffällig unterschiedliche Homogenität der vier Vertreter aus verschiedenen Höhenlagen ist sehr stark zufälliger Natur :

Herkunft	Anzahl gemessene Pflanzen	Streuung s^2	$\frac{s'^2}{s''^2}$	F (0,05)	F (0,01)	Der Unterschied ist
25	81	4,27	1,37	1,716	2,170	nur zufällig
29	29	3,11	1,22	1,855	2,415	nur zufällig
32	29	2,54	1,45	1,855	2,415	nur zufällig
30	29	1,75				

(Nach „F-Test“ von R. A. Fisher)

Das Habitusbild gestaltet die geringen rechnerischen Unterschiede etwas bestimmter. So werden zum Beispiel die Seitenäste von den tiefern Herkünften gegen diejenigen aus höhern Lagen eher spärlicher und kürzer. Die Benadelung scheint in der gleichen Richtung eher lockerer zu werden.

In der Darstellung 4 sind Lärchenprovenienzen verglichen, die aus mindestens drei verschiedenen Gebieten stammen, nämlich aus dem



Theoretische Verteilung der Höhen auf die Höhenklassen

Darstellung 4 :
Zweijährige Lärchen aus verschiedenen Klimagebieten

Puschlav (Graubünden), dem Lötschental (Wallis) und aus Ostdeutschland. Die Zunahme der mittleren Höhe mit abnehmender Standortshöhe erscheint hier ausgeprägt und mathematisch-statistisch absolut gesichert. Sogar der geringe Unterschied von Provenienz 26 zu Provenienz 28 ist zu weniger als 4 % der Fälle nur zufällig (« t-Test » nach Student).

Provenienz	Höhe ü. M. m	Anzahl gemessene Sämlinge	Jahres- trieblänge cm	Mittlere Höhe cm	Der Unterschied ist <i>rein zufällig</i> in weniger als Fällen
18: Bad Homburg	250–450	100	28,77	36,71	1 pro 100 000 000
34: Lötschental .	1550	100	17,66	23,71	1 pro 100 000 000
35: Lötschental .	1800	29	14,20	17,90	1 pro 1 000 000 000
28: Puschlav . .	1360	100	6,97	13,36	4 pro 100 3/100
26: Puschlav . .	1700–1800	23	7,00	12,82	

Der Jahrestrieb von 1944 hat noch viel ausgeprägter die absteigende Wachstumstendenz, als sie die Gesamthöhe mit zunehmender Standorts- höhe zeigt.

Besonders interessant sind die *Homogenitätsvergleiche*. Einzelne Provenienzen waren nur in geringer Zahl vorhanden. Die Messungen wurden daher als kleine Stichproben aufgefaßt. Die Prüfung der Unterschiede geschah mit Hilfe der « F-Verteilung » von R. A. Fisher:

Herkunft	Anzahl gemessene Pflanzen	Streuung s^2	$\frac{s'^2}{s''^2}$	F (0,05)	F (0,01)	Der Unterschied ist
18	100	3,10	1,735	1,701	2,144	nur schwach gesichert
35	29	1,74	1,143	1,701	2,144	zufällig
34	100	1,99	1,914	1,386	1,530	ganz gesichert
28	100	1,02	1,098	1,632	2,359	zufällig
26	23	1,06				

Eine Prüfung mit der Normalverteilung ergab gleichsinnige Resultate:

Provenienz	Höhe ü. M. m	Aus dem Unterschied zweier Streuungen errechnete, normal verteilte Größe X	Der Unterschied tritt nur rein zufällig auf in mehr als % der Fälle
18: Bad Homburg			0,000 000 1
35: Lötschental	1800	10,9	22,0
34: Lötschental	1550	1,25	0,000 000 1
28: Puschlav	1360	7,75	73,0
26: Puschlav	1750	0,335	

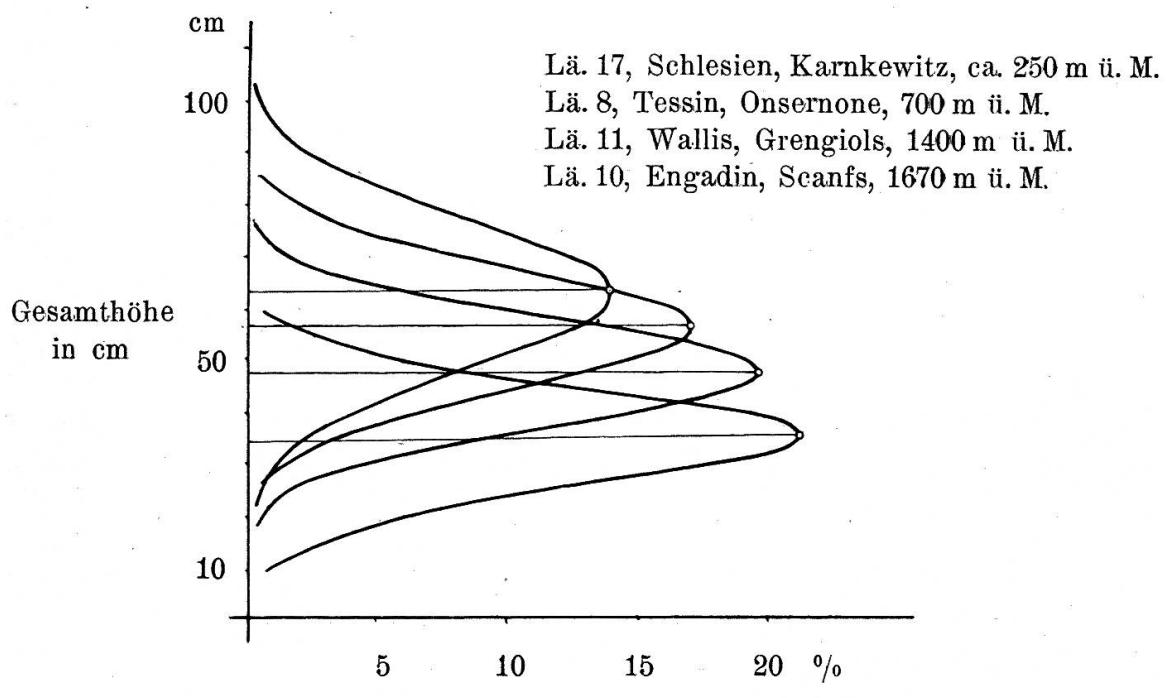
Der Sprung von einem Klimagebiet zum andern kommt in der Tabelle in auffallend niedrigen Prozentzahlen zum Ausdruck, während sich die Lärchen des gleichen Klimagebietes trotz Standortshöhenunterschieden nur zufällig in ihrer Streuung unterscheiden. Man vergleiche hierzu auch die Tabelle mit den Streuungen der Lärchen aus den Vispertälern. Praktisch gesehen bedeutet dieses wohl, daß *nicht der Höhenunterschied bei annähernd gleichem Klima, sondern vor allem der Wechsel des Klimacharakters die schärfsten Unterschiede aus den Populationen herausmodelliert*.

Auch im herbstlichen Verfärbten der Nadeln zeigen sich schon im zweiten Jahr recht deutliche Unterschiede. Die Hochgebirgslärchen sind anfangs September ganz allgemein deutlich verfärbt, während bei den Tieflandformen noch kaum ein Anzeichen der Verfärbung feststellbar ist.

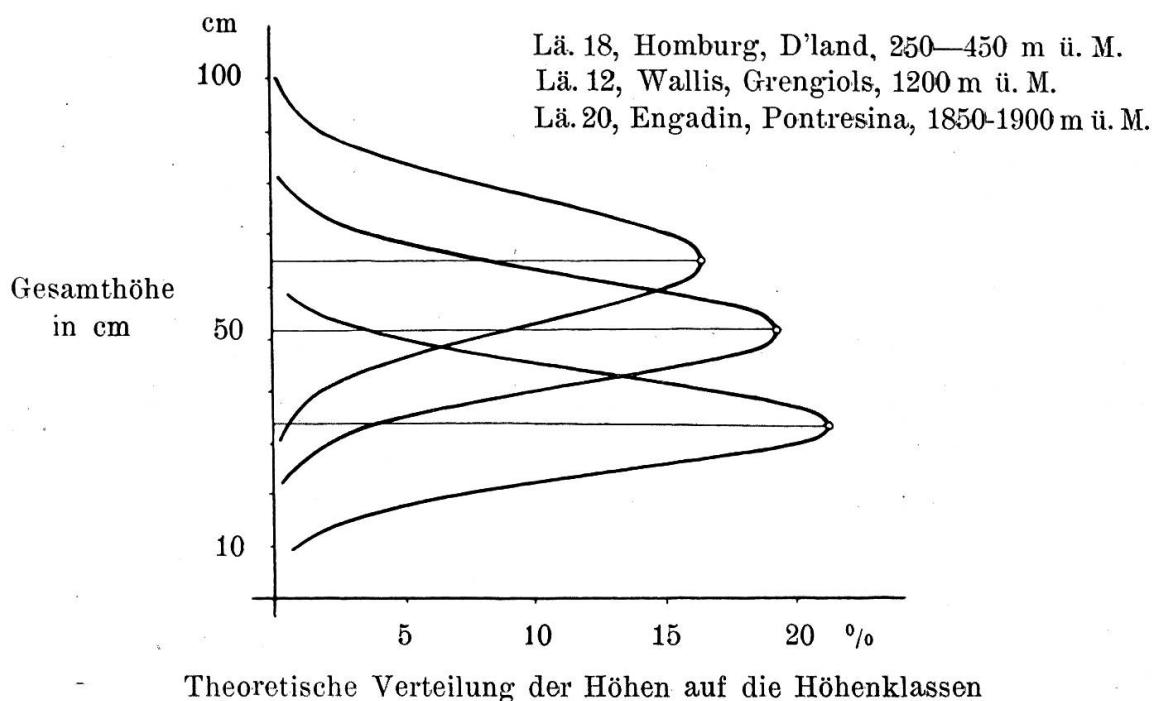
3. Dreijährige, verschulte Lärchen

Herkunft	Anzahl gemessene Pflanzen	Gesamthöhe (cm)			Streuung s^2	Verglichene Provenienzen Nr.	Der festgestellte Unterschied der Streuungen - oder ein größerer - tritt in % der Fälle nur zufällig auf
		Mittel- höhe	Minimal- höhe	Maximal- höhe			
19: Neumünster .	100	55	30	95	7,40	19,17	68
17: Karnkewitz .	100	62	32	97	6,58	17,18	62
18: Bad Homburg .	100	66	35	95	5,81	11,19	4
12: Wallis . . .	100	51	26	76	4,17	12,11	95
11: Wallis . . .	100	47	22	72	4,09	11,9	15
8: Tessin . . .	93	55	29	89	7,08	8,9	99
9: Tessin . . .	100	50	30	80	6,15	9,20	5
16: Engadin . . .	100	46	16	71	5,37	16,10	15
10: Engadin . . .	100	33	18	63	3,59	10,20	99
20: Engadin . . .	28	33	18	57	3,50	20,22	
22: Tirol . . .	100	39	19	54	1,82		0,1

Die Unterschiede im Längenwachstum sind sehr groß und durchwegs statistisch gesicherter Art. Eine Ausnahme bilden nur die beiden standörtlich benachbarten Provenienzen 10 und 20.



Darstellung 5:
Dreijährige Lärchen verschiedener Herkunft



Darstellung 6 :
Dreijährige Lärchen verschiedener Herkunft

Die verglichenen Streuungen unterscheiden sich fast nur zufälligerweise. Hingegen kommt der Sprung von einem Klimagebiet zum andern auch hier deutlich in verringriger Zufälligkeit der Unterschiede zum Ausdruck.

Auffällig ist das in jeder der vier Standortgruppen sich wiederholende und allgemein zu beobachtende Abnehmen der Streuung mit zunehmender Höhenlage (Darstellungen 5 und 6). Die erwähnte Veränderung der Streuung macht sich in den Darstellungen in einem Ausflachen der Variabilitätskurven mit zunehmender Wachstumsleistung bemerkbar. Diese Erscheinung lässt sich bei allen vier untersuchten Altersstufen feststellen. Ein Zufall oder nur eine einfache Wiederholung gleicher Verhältnisse liegt nicht vor. In jeder graphischen Darstellung sind wieder größtenteils andere Herkünfte miteinander verglichen. Drei Gründe scheinen maßgebend für diese Erscheinung :

Sicher sind die Variationsmöglichkeiten bei den langsamwüchsigen Provenienzen geringer als jene der raschwüchsigen.

Weiter machen sich bei raschwüchsigen Herkünften, auch im lockeren Verband der Verschulung, im dritten Jahr schon die Auswirkungen des Konkurrenzkampfes bemerkbar. Je raschwüchsiger die Herkunft ist, um so früher müssen auch geringfügige Unterschiede in der inneren Veranlagung sichtbar zutage treten. Der Konkurrenzkampf ist härter, die Ausscheidung intensiver.

Schließlich scheinen die Tieflandlärchen ganz allgemein in ihren Merkmalen bedeutend weniger starr zu sein als die Hochgebirgs-herküünfte. Dieser Umstand könnte praktische Bedeutung gewinnen, indem er die Wahrscheinlichkeit betont, daß auch aus unsren natürlichen Lärchenvorkommen dem Klima des Mittellandes gut angepaßte Lärchenrassen ausgelesen werden könnten.

4. Vergleiche der Ergebnisse mit deutschen Versuchen

Die Resultate der im Pflanzgarten des Lehrreviers durchgeföhrten Messungen werden durch deutsche Versuche bestätigt. Die Ergebnisse eines Lärchenherkunftsversuches im Versuchsgarten in Eberswalde von Dengler⁴ zeigen eine sehr gute Übereinstimmung. Sie sind im folgenden in ihren für unsre Betrachtung wesentlichen Punkten wiedergegeben :

Höhenleistungen nach sieben Jahren

Versuchsreihe « Ungedüngter Boden »

Herkunft	Anzahl	Mittlere Höhe m	Verteilung in % auf die Höhenklassen									
			- 0,5 m	- 1,0 m	- 1,5 m	- 2,0 m	- 2,5 m	- 3,0 m	- 3,5 m	- 4,0 m	- 4,5 m	- 5,0 m
1. Hennersdorf	121	2,71	—	8	8	9	15	21	19	17	2	1
2. Jägerndorf	126	2,60	—	2	8	13	24	25	13	8	5	2
3. Namslau	81	2,73	—	2	8	15	12	23	20	14	5	1
4. Mala-Wies	47	2,14	4	6	19	15	15	21	13	7	—	—
5. Altengbach	163	2,05	1	4	14	27	31	17	5	1	—	—
6. Turrach	104	1,28	8	28	35	15	10	4	—	—	—	—

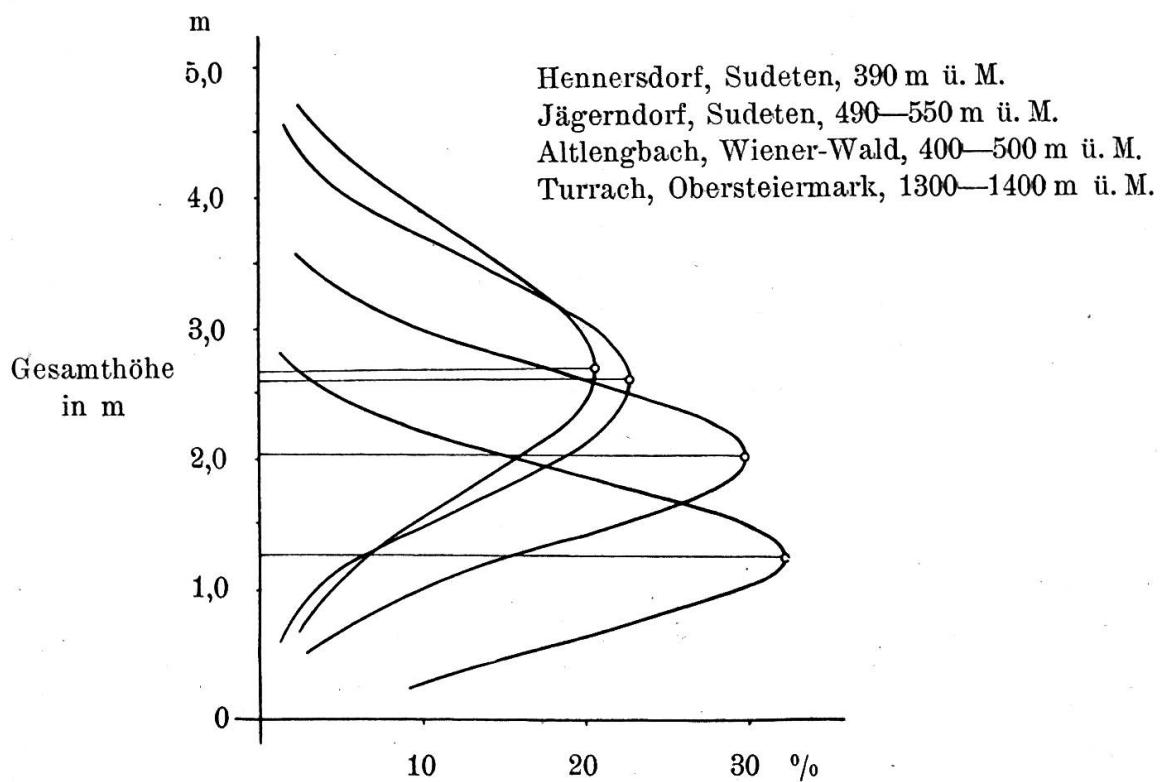
Für vier dieser Herküünfte sind die Verteilungen auf die Höhenklassen nach der für unsre Versuche angewandten Methode rechnerisch erfaßt.

Die Übereinstimmung mit unseren Verteilungsbildern ist augenscheinlich. Noch nach neun Jahren haben sich die Höhenwuchsleistungen der verschiedenen Rassen in ihrem gegenseitigen Verhältnis nicht verschoben.

Dengler vergleicht seine Ergebnisse mit denjenigen eines Herkunftsversuches von Rubner⁵ im Tharandter Wald. Dort wurden zum

⁴ Dengler, A.: Ein Lärchenherkunftsversuch in Eberswalde, Ztschr. f. Forst- und Jagdw. 1942.

⁵ Rubner, K.: Die Ergebnisse zweier Lärchenherkunftsversuche im Tharandter Wald. Thar. forstl. Jb. 1938. — Derselbe: Ergebnisse zehnjähriger Lärchenherkunftsversuche im Erzgebirge. Tharandt. forstl. Jb. 1941.



Theoretische Verteilung der Höhen auf die Höhenklassen

Darstellung 7 :

Siebenjährige Lärchen verschiedener Herkunft (nach Dengler)

Teil die gleichen, gut vergleichbaren Provenienzen untersucht. Rubner gibt aber nur die mittlere Höhe von zirka 50 % der höchsten Lärchen an. Die Denglerschen Werte sind auf gleiche Basis umgerechnet.

Mittlere Oberhöhe 9jähriger Lärchen in m:

	Jägerndorf	Altengrbach	Mala-Wies	Reinerz bzw. Namslau	Vintschgau bzw. Steiermark
	m	m	m	m	m
Nach Rubner Tharandter Wald . . .	5,20	4,95	4,60	5,15	3,95
Nach Dengler Versuchsgarten Eberswalde	4,40	3,96	3,77	4,79	2,83

Das relative Wachstum der einzelnen Herkünfte ist in den beiden Parallelversuchen durchaus gleichsinnig und entsprechend.

Wir dürfen für unsere Messungen aus diesen Vergleichen herauslesen, daß die festgestellten Wachstumsunterschiede auch nach den

ersten Lebensjahren unvermindert anhalten. Dies gilt als bewiesen für die verglichenen Herkünfte aus den Lärchengebieten Sudeten, Tatra, Polen, Alpen. Es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, daß auch die zwischen schweizerischen Herkünften für vier Jahre festgestellten Unterschiede sich nicht analog verhalten.

R u b n e r hat auch die gleichen Herkünfte in verschiedenen Höhenlagen miteinander verglichen und nachgewiesen, daß sich die Höhenleistungen mit zunehmender Meereshöhe relativ zueinander stark verschieben. Das Wachstum der Tieflandherkünfte nimmt dabei beispielsweise unverhältnismäßig rascher ab als dasjenige der Alpenlärchen. Auch diese Reaktion ist an und für sich als ein Ausdruck der Rasseindividualität zu werten.

Zusammenfassung und Folgerungen

Wie schon Engler, Burger, Cieslar, Rubner, Dengler und andere gezeigt haben, bestehen zumindest in den ersten Entwicklungsjahren bei den Lärchen verschiedener geographischer Wuchsgebiete ganz unerwartet große Wachstumsunterschiede. Unsere Aufnahmen zeigen, daß auch zwischen Lärchen verschiedener Standorte desselben geographischen Wuchsgebietes recht erhebliche Unterschiede im Wachstum bestehen. Je weiter die ursprünglichen Standorte klimatisch von einander entfernt liegen, um so ausgeprägter sind in der Regel die Rassenunterschiede.

Wir müssen uns unter dem Artnamen *Larix europaea* Lam. et DC. (= *Larix decidua*, Miller) einen äußerst komplexen Sammelbegriff von verschiedenen Varietäten, Subvarietäten, Lokal- und schließlich Standortsrassen recht enger Anpassung vorstellen. Dies ist vor allem vor Augen zu halten bei der Wahl einer Lärchenprovenienz für einen bestimmten Standort. Es ist ferner daran zu denken, daß auch die ihrer Herkunft nach am besten geeignete Lärche sich auf dem neuen Standort erst noch einmal bewähren muß.

Der Forstmann des schweizerischen Mittellandes kann daraus auch folgern, daß wir in den heute gutrassig erscheinenden alten Lärchenpflanzbeständen meist unbekannter Herkunft des Mittellandes eine nicht zu unterschätzende Saatgutquelle besitzen. Solche Lärchen haben zumindest für ihren gegenwärtigen Standort schon *einen* Bewährungsbeweis erbracht. Im übrigen soll gerade die Vielgestaltigkeit der Lärche uns für immer davor hüten, diesen Baum im Mittelland für mehr zu halten als für eine recht wertvolle Bereicherung des natürlichen Holzarteninventars.

Für das natürliche schweizerische Verbreitungsgebiet der Lärche halten wir nur fest, daß am Vorhandensein von morphologisch, offenbar auch physiologisch recht verschiedener Lärchenrassen nicht zu zweifeln ist. Das Verhalten derselben im Einzelfall unter den verschiedensten Lokalklimaten ist heute aber noch zu wenig untersucht. Wir wissen nur, daß die Äußerung einer Merkmalanlage (z. B. Höhenwachstum) derselben Rasse auf verschiedenen Standorten nicht die gleiche zu sein braucht. Wir können also heute noch nicht für irgendeinen Standort die absolut passendste Rasse vorschlagen. Man darf sich aber trotzdem heute im Hochgebirge bei der künstlichen Bestandesgründung nicht mehr einfach mit irgendeiner andern Hochgebirgsherkunft begnügen, in den Voralpentälern nicht eine beliebige Voralpenherkunft verwenden.

Es ergibt sich immer deutlicher, als letzte Konsequenz aus allen bisherigen Versuchsergebnissen, daß man sämtliche Möglichkeiten voll ausnützt, Lärchensamen im engeren Gebiet der künstlichen Bestandesgründung zu gewinnen.

Aufgabe der Forschung ist es aber zu untersuchen, inwiefern wir überhaupt von Rassen sprechen dürfen, diese zu erfassen und die vielen noch vollkommen offenstehenden Fragen über die Verwendungsmöglichkeiten einer Rasse abzuklären.

Résumé et conclusions

Les mélèzes provenant de diverses aires de distribution présentent des différences de croissance beaucoup plus grandes qu'on ne s'y serait attendu, du moins pendant les premières années de leur développement. *Engler*, *Burger*, *Cieslar*, *Rubner*, *Dengler*, et bien d'autres, ont établi ce point. Nos mesurages permettent de montrer que l'accroissement de mélèzes de la même aire de distribution, mais pris dans des stations dissemblables, varie aussi très sensiblement. Les différences raciales sont d'autant plus prononcées, dans la règle, que l'écart est plus grand entre les conditions climatiques des lieux auxquels les mélèzes ont été empruntés.

Il nous faut considérer le nom de l'espèce *Larix europaea* Lam. et DC. (= *Larix decidua*, Miller) comme la désignation commune d'un groupe extrêmement complexe de variétés, sous-variétés, types locaux et enfin de races fort exactement adaptées à la station. Il conviendra, en particulier, de se souvenir de cette diversité lors du choix de la provenance des graines pour un lieu donné. N'oublions pas, en outre, que le mélèze désigné par son origine comme le plus propre à réussir doit encore soutenir sa réputation là où on l'a introduit.

Le forestier du Plateau suisse peut tirer la conclusion que les vieilles plantations de mélèzes de sa région, qui semblent être de bonne race et dont on ne connaît en général pas la provenance, constituent une source de semences qu'il ne faut pas sous-estimer. Ces mélèzes ont fait leurs preuves, valables au

moins pour l'endroit où ils se trouvent. Au demeurant, le fait que le mélèze est protéiforme doit justement nous mettre en garde contre son emploi abusif et nous empêcher de le tenir, dans le Plateau, pour autre chose et plus qu'un très précieux enrichissement de la flore arborescente spontanée.

En ce qui a trait à l'aire naturelle de distribution du mélèze, en Suisse, nous nous bornons à établir qu'il y existe, sans l'ombre d'un doute, des races nettement différenciées, qui se distinguent par leur morphologie et évidemment aussi par leur physiologie. Le comportement de ces races dans un cas donné, sous l'influence des climats locaux les plus divers, est aujourd'hui encore insuffisamment connu. Nous savons seulement que les dispositions caractéristiques d'une seule et même race (par exemple la disposition à l'accroissement en hauteur) ne se manifesteront pas forcément dans la même mesure en des stations différentes. Il nous est donc encore impossible de désigner, pour une station quelconque, la race qui convient le mieux sous tous les rapports. Cependant, on ne peut plus se contenter, pour la création artificielle de peuplements en haute montagne, de n'importe quelle provenance des régions hautes, ni de la première race préalpine venue pour le boisement des vallées des Préalpes.

La leçon principale qui se dégage du résultat de toutes les recherches antérieures, c'est qu'il faut, jusqu'à la limite du possible, récolter les semences de mélèze dans la région même du périmètre à boiser. Cela apparaît toujours plus nettement.

Mais les chercheurs ont le devoir d'examiner dans quelle mesure les désignations de races diverses sont fondées, de définir ces races et d'élucider de nombreuses questions, non encore abordées, relatives à leurs possibilités d'emploi.
(Tr. E. Bx.)
