

Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland

II. Ergebnisse der Feldversuche im Alter 6

Von J. KLEINSCHMIT¹⁾, J. SVOLBA¹⁾, H. WEISGERBER²⁾, M. JESTAEDT³⁾,
R. DIMPFLMEIER³⁾, W. RUETZ³⁾ und H. DIETERICH⁴⁾

(Eingegangen April / November 1979)

Zusammenfassung

Es wird über Höhenwuchsleistung, Ausfälle, Form und Schäden bis zum Alter 6 von 7 Douglasien-Versuchsflächen in der Bundesrepublik Deutschland berichtet, die 64 bis 121 Herkünfte der IUFRO-Sammlung umfassen. 35 Herkünfte sind allen Versuchsflächen gemeinsam.

Die Herkünfte zeigen deutliche Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit an die Verhältnisse der Anbauorte. In der Höhenwuchsleistung ist die Interaktion Herkünfte \times Anbauorte signifikant. In Wuchsleistung und Form stehen die Küstenherkünfte und die Nordkaskaden-Herkünfte aus Washington an der Spitze. Diese Herkünfte zeigen auch vergleichsweise geringe Ausfälle und den geringsten Beitrag zur Interaktion (= hohe Anpassungsfähigkeit). Im mittleren Bereich folgen Vancouver Island, Zentralkaskaden in Washington und das Küstengebiet von Nord-Oregon.

Deutlich schlechter schneiden die Herkunftgebiete Küste von British Columbia, Südkaskaden in Washington und Kaskaden in Oregon ab. Die Wuchsleistung dieser Gebiete auf den einzelnen Anbaustandorten ist sehr uneinheitlich, die Ausfälle erreichen hier vielfach ein Ausmaß, das für die praktische Forstwirtschaft nicht mehr tragbar ist.

Die Interior-Herkünfte liegen in der Wuchsleistung und Form am Ende der Skala der hier untersuchten Herkünfte bei allerdings sehr geringen Ausfällen.

Die Ergebnisse legen es nahe, in Zukunft beim Anbau der Douglasien regional stärker zwischen den Herkünften zu differenzieren. Hierfür wird die Auswertung der anderen 9 Versuchsflächen dieser Serie und die weitere Beobachtung der Flächen wichtige Informationen liefern.

Summary

Height growth, survival, form and damages up to an age of 6 years are reported for 7 Douglas fir provenance experiments in the Federal Republic of Germany. These include 64 to 121 provenances of the IUFRO collection. 35 provenances are common to all experiments.

There are significant differences in adaptability of the provenances to the respective sites. Provenance \times site interactions are considerable for height growth. Top provenances in growth and form originate from the coastal and the north Cascade regions in Washington. These provenances had only moderate losses and were stable over different sites (high adaptability). Regions with still good growing provenances of lower survival and not so good form are Vancouver Island, central Cascades in Washington and coast of north Oregon.

Provenances originating from coastal British Columbia, southern Cascades in Washington and Cascades in Oregon are obviously less suitable for the test sites. Growth is less uniform and often the losses are too high for practical forestry.

¹⁾ Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. C, 3513 Escherode

²⁾ Hessische Forstliche Versuchsanstalt, 3510 Hann. Münden

³⁾ Bayer. Landesanstalt f. forstl. Saat- u. Pflanzenzucht, 8221 Teisendorf

⁴⁾ Baden-Württemberg. Versuchs- u. Forschungsanstalt, 7000 Stuttgart

The poorest provenances in growth and form came from the interior of British Columbia, Washington and Oregon, however, the losses with these provenances were lowest of all those tested.

According to the results of this study more differentiation between provenance regions and growing sites seems to be necessary for the Federal Republic of Germany. More information will be available from the evaluation of 9 more provenance experiments of this series in Germany and from subsequent measurements.

Key words: Douglas fir, provenance-experiment, growth, survival, provenance-site interaction.

1. Allgemeines

Über Zielsetzung, Material und Baumschulergenerale dieses Herkunftsversuches wurde bereits im Jahrgang 23 (1974) von *Silvae Genetica*, S. 167–176, berichtet. Diese zweite Veröffentlichung ist ein Zwischenbericht, der die Ergebnisse der Aufnahmen bis zum Alter 6 zusammenfaßt. Eine eingehende Darstellung der Einzelergebnisse bleibt den jeweiligen Versuchsstellern vorbehalten. Der Versuch umfaßt 111 IUFRO-Herkünfte und 9 weitere Herkünfte aus British Columbia (Abb. 1). Weitere Angaben zu den Herkünften können aus der ersten Veröffentlichung übernommen werden. Das Material wurde auf 16 Versuchsflächen, verteilt über das Gebiet der Bundesrepublik, ausgepflanzt. Über die Ergebnisse von Höhenwuchs, Form, Schädigungen und Überleben auf 7 dieser Flächen, die im Alter 6 aufgenommen worden sind, soll hier berichtet werden.

Die für den Douglasienanbau in der Bundesrepublik Deutschland wichtigste Literatur wurde in der Veröffentlichung von 1974 sowie in den Arbeiten von RACZ et al (1978) und JESTAEDT (1979) aufgearbeitet, so daß hier auf eine Wiedergabe verzichtet werden kann.

2. Versuchsflächen und Aufnahmemethode

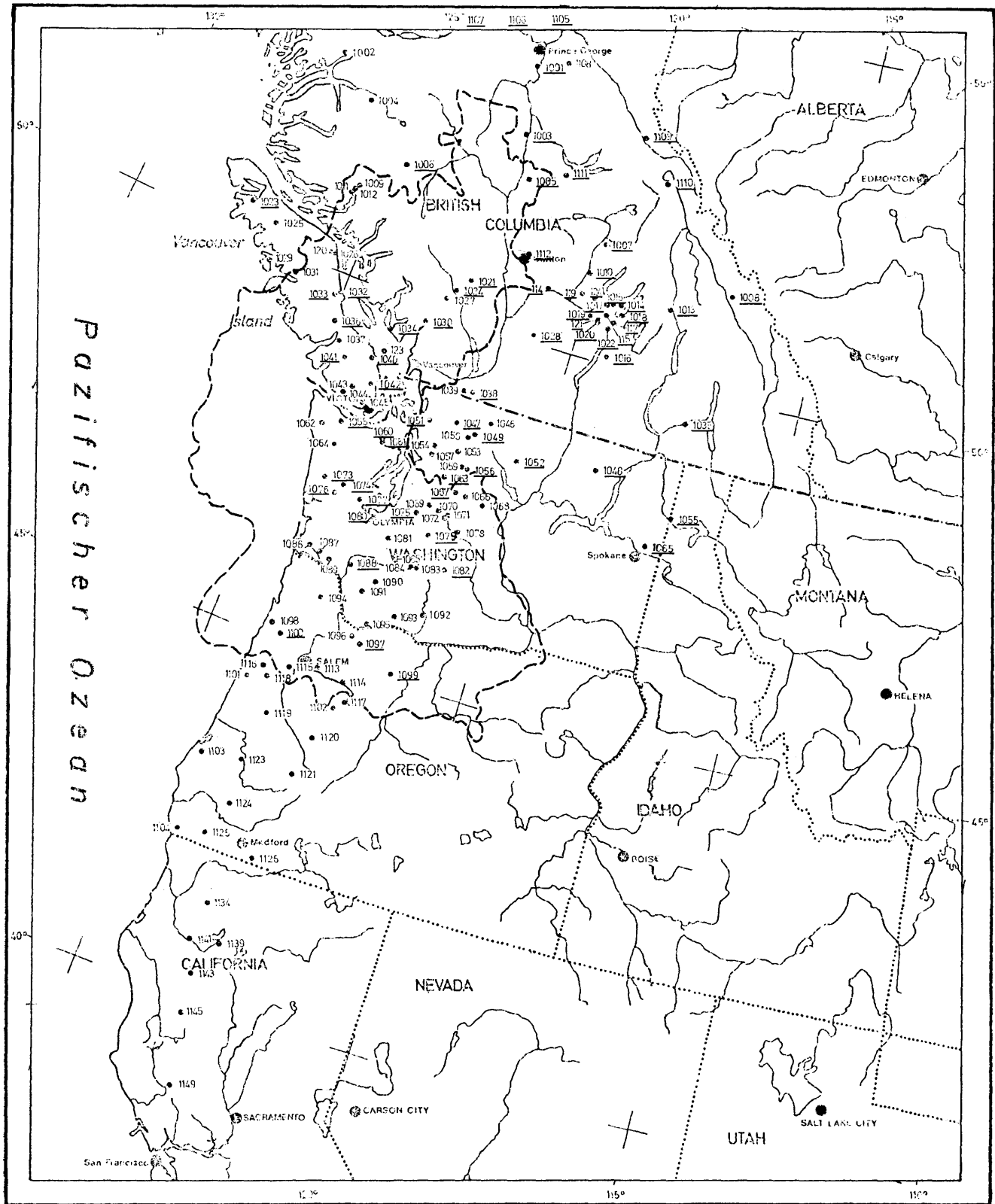
Die Lage der Flächen geht aus Abb. 2 hervor. Angaben zum Klima und Standort sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Die Versuchsanlage erfolgte im Frühjahr 1973 im 2×2 m Quadratverband als Dreisatzgitter mit 3 Wiederholungen und in der Regel 16 Pflanzen je Parzelle.

Die einzelnen Versuchsflächen umfassen zwischen 64 und 121 Herkünfte, wobei jeweils 35 Herkünfte allen und 60 Herkünfte den meisten Versuchsflächen gemeinsam sind. Diese sind auf der Karte (Abb. 1) durch Unterstreichung markiert. Die unterschiedliche Besetzung der Versuche ergab sich durch die starken Ausfälle einzelner Herkünfte in der Baumschulphase.

Bei der Aufnahme der Flächen im Herbst 1975 (Alter 6) wurden Ausfälle ermittelt, Höhen in cm gemessen, die Form bonitiert und Schäden erfaßt. Für die Formbonitur wurde das nachfolgende Schema verwendet:

- 0 - gerade
- 1 - geschlängelt
- 2 - krumm
- 3 - Zwiesel
- 4 - ohne Höhentrieb
- 5 - korbformig
- 6 - buschformig



Kegelprojektion

Kilometer 50 0 50 100 150

Gestrichelt eingezeichnet: Bundesrepublik Deutschland um 3 Breitengrade nach Süden und 134 Längengrade nach Westen verschoben
 The Federal Republic of Germany Superimposed 3 Degrees Latitude to the South and 135 Degrees Longitude to the West

Abbildung 1. — Lage der Herkünfte
 Provenance Locations

Tabelle 1. — Angaben zu den Feldversuchen
Specifications of the Field Experiment

Forstamt	Höhe üb. NN	Temperatur Jahr Mai-Sept.		Niederschlag Jahr Mai-Sept.		Geolog. Substrat	Bodentyp
Forest Office	Height above Sea-level	Temperature Year Mai-Sept.		Precipitation Year Mai-Sept.		Geolog. Substratum	Soil Type
Bremervörde	22 m	8 ⁰ C	14,3 ⁰ C	752 mm	356 mm	gering verlehmt Sand, mittl. Silikatgeh. small loamy Sand, middle Silicate contents	podsolierter Braunerde Podsolized brown soil
Neumünster	45 m	8,1 ⁰ C	14,4 ⁰ C	750 mm	363 mm	Sander-Sande der Saale- Vereisung Sander-Sande of Saale- Ice Age	podsol. Sande üb. 1 - 1,2 Geschiebelehm podsol. sand about 1 - 1,2 glacier loam
Katzenelnbogen	340 m	8,5 ⁰ C	13,9 ⁰ C	667 mm	311 mm	Flußaufschüttungen Quarkies River gravel Deposites	basenarme Braunerde base-poor Brown soil
Treysa	340 m	7 ⁰ C	14,0 ⁰ C	668 mm	312 mm	mittl. Buntsandstein middle contents of color sand stone	basenarme Braunerde base-poor Brown soil
Neuhof-Ost	500 m	6,4 ⁰ C	13,1 ⁰ C	800 mm	380 mm	Trias-Quartär Trias-Quartär	Podsol-Braunerde Podsol-Brown soil
Bensheim	95 m	9,9 ⁰ C	16,5 ⁰ C	600 mm	300 mm	Quartär	Podsol-Braunerde bis Gley-Braunerde Podsol-Brown soil to Gley-Brown soil
Heigenbrücken	300 m	7,5 ⁰ C	14,2 ⁰ C	1000 mm	390 mm	Buntsandstein Color sand stone	basenarme Braunerde base-poor Brown soil

Alle Aufnahmen wurden auf dem UNIVAC 1108 Computer bei der Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung ausgewertet. Dabei wurden neben eigenen Programmen das DRZ-Programm KORRI und SPSS verwendet. Außer Varianzanalysen, Duncan-Test und Histogrammen wurden für alle Merkmale und Herkünfte Korrelationen und Rangkorrelationen gerechnet.

Für die Auswertung wurde neben der Darstellung der Einzelherkünfte das gesamte Gebiet in Teilgebiete untergliedert, die großräumige geographische Einheiten darstellen und jeweils durch mehrere Herkünfte repräsentiert sind. Hierbei wurde zwischen Küstenbereich, Kaskaden und Interior unterschieden und innerhalb der Gebiete eine Nord-Süd-Gliederung vorgenommen. Da diese großräumige Aufgliederung nur bedingt ökologische Relevanz hat, wurde das Gebiet zusätzlich nach den offiziellen amerikanischen und kanadischen Samenzonen unterteilt, da diese derzeit für die Praxis am bedeutsamsten sind. Hier mußten mehrere Samenzonen dann zusammengefaßt werden, wenn für die jeweilige Samenzone nur einzelne Herkünfte geprüft worden sind. Diese Ergebnisse wurden gesondert dargestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Höhe

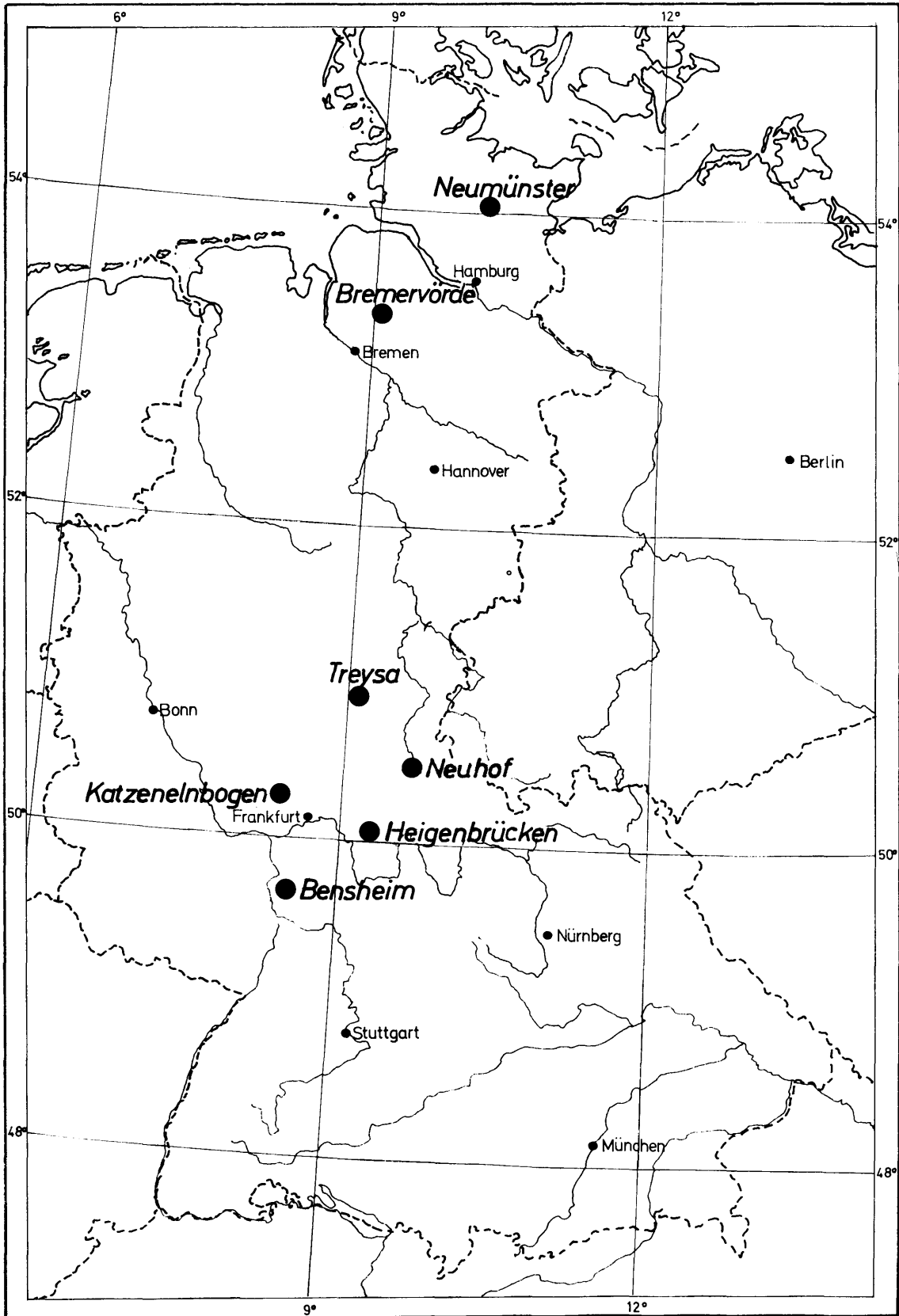
Entsprechend den klimatischen und edaphischen Unterschieden zwischen den Anbauorten variiert die Mittelhöhe der Flächen über alle Herkünfte zwischen 59 cm und 81 cm, die Mittelhöhen für die 35 Herkünfte (die auf allen Flächen vertreten waren) zwischen 54 und 80 cm (Abb. 3). Für die Einzelherkünfte liegen die Mittelwerte zwischen 12,5 (Herkunfts-Nr. 1134) und 123,9 (1027) cm. Diese Unterschiede sind in der Varianzanalyse ebenso signifikant wie die Herkunftsunterschiede und die Interaktionen.

Die deutliche Interaktion Herkunft × Anbauort schlägt sich auch in der Rangkorrelation der Herkünfte für den Vergleich über alle Anbauorte nieder (Tab. 2). In 478 von 578 Fällen zeigt sich keine gesicherte Korrelation der Rangfolge der Herkünfte an den Anbauorten. Auch der Vergleich der Rangfolge der Herkünfte zwischen den Anbauorten (Tab. 3) spiegelt den Interaktionseinfluß Her-

kunft × Anbauort wider. Bei Zusammenfassung zu Herkunftsgebieten für die Anbauorte zeigt sich, daß die einzelnen Herkunftsgebiete an bestimmten Anbauorten unterschiedliche Wuchsleistung zeigen können. Faßt man alle Anbaustandorte zusammen und betrachtet das Ergebnis gegliedert nach Herkunftsgebieten (Abb. 4), so zeigt sich in der Höhenwuchsleistung eine deutliche Überlegenheit der Herkünfte aus dem Küstengebiet von Washington, aus den Nordkaskaden in Washington und aus dem Nordteil von Vancouver Island. Es folgen Zentralkaskaden in Washington, Küstengebiet in Nord Oregon und Süd Vancouver Island. Alle anderen Gebiete fallen dagegen ganz deutlich ab. Besonders gering ist die Wuchsleistung der kalifornischen Herkunft und der Herkünfte aus dem Interior von British Columbia. Geringwüchsig sind die Herkünfte aus dem Interior von Oregon und Washington sowie aus dem südlichen Oregon.

Gliedert man die Gebietsmittel auf die Einzelherkünfte nach steigender Seehöhe auf (Abb. 5), so zeigt sich zwar im Interior von British Columbia ein Abfallen der Wuchsleistung mit steigender Seehöhe, dieser Trend ist aber in den anderen Gebieten keineswegs gleich klar und die Abhängigkeit ist für das Gesamtmaterial auch nicht gesichert. Ein solcher Trend ist allerdings durch die unterschiedliche Repräsentation der Höhenlagen in den einzelnen Gebieten auch schwer durch eine über alle Gebiete errechnete Korrelation zu erfassen, weil Gebiets- und Höhenlageneinflüsse sich überlagern. Für das Gebiet, das mit Höhenlagen und Herkünften am vollständigsten repräsentiert ist (Interior, British Columbia), zeigt sich dementsprechend auch eine signifikante negative Korrelation zwischen Höhenlage des Herkunftsortes und Wachstum der Herkünfte, die immerhin ein Drittel der in der Höhe auftretenden Streuung erklärt.

In Abb. 6 wurden die Herkünfte nach Höhenstufen zusammengefaßt. Dabei sind in den Gesamtmittelwerten Küstenbereich und Interior durch gesonderte Markierungen herausgehoben.



Schnittkegelprojektion

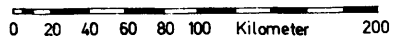


Abbildung 2. — Lage der Versuchsflächen in der Bundesrepublik Deutschland
Field Experiment locations in the Federal Republic of Germany

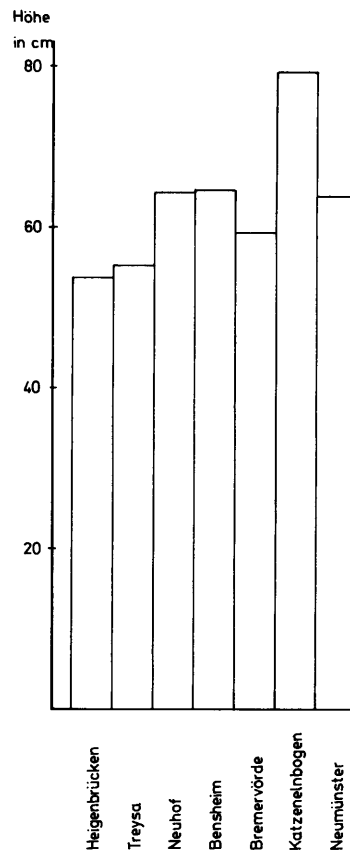


Abbildung 3. — Mittelhöhen je Versuchsort der 35 Herkünfte im Alter 6
Mean Height per Field Experiment of 35 Provenances at Age 6

Eine sinkende Wuchsleistung mit zunehmender Höhenlage ist für die Herkünfte aus dem Interior von British Columbia und für die Herkünfte westlich der Kaskaden Washingtons und der Küste Washingtons zu erkennen. In Oregon, wo die verschiedenen Höhenlagen nur mit einer geringen Herkunftszahl vertreten waren, ist das Bild sehr uneinheitlich. Da sowohl Abstand von der Küste als auch geographische Breite und Höhenlage auf die Wuchsleistung Auswirkungen haben können, werden diese Einflußgrößen in Abb. 7 getrennt dargestellt. Für den Küstenbereich zwischen 44° N Breite und 51° N ist kein eindeutiger Einfluß von geographischer Breite auf die Wuchsleistung zu erkennen.

Für den Bereich British Columbia Küste und Washington und Oregon Kaskaden ist zu erkennen, daß die wüchsigsten Herkünfte zwischen dem 47° und 49° Breitengrad liegen.

Weiter südlich und weiter nördlich ist die Wuchsleistung der Herkünfte nur noch durchschnittlich, oft auch geringer. Im Interior zeigt sich eindeutig, daß die meisten Herkünfte in ihrer Wuchsleistung unter dem Versuchsdurchschnitt liegen. Nur wenige Herkünfte aus den tiefen Lagen des Interior im Bereich des 51° n. Br. und zwischen 46° und 48° n. Br. erreichen eine überdurchschnittliche Wuchsleistung, die aber auch deutlich geringer ist als von den besten Herkünften aus Kaskaden und Küstengebiet. Besonders geringwüchsig sind die Herkünfte nördlich des $52.$ Breitengrades.

Für 4 Flächen ist in Abb. 8 die mittlere Wuchsleistung der Gebiete dargestellt. Diese Abbildung zeigt, daß für die einzelnen Flächen der Trend zwar im wesentlichen gleich-

gerichtet verläuft, daß aber in einzelnen Gebieten doch erhebliche Unterschiede auftreten. Einheitlich für alle Versuchsflächen liegen in Washington Küste Nord, Mitte und Süd sowie Washington Kaskade Nord die Mittelwerte dicht beisammen bei hohen absoluten Werten. Ebenso liegen die Werte der Versuchsflächen eng beisammen bei den Interior Gebieten bei durchweg geringen Werten. Bei allen anderen Gebieten streuen die Versuchsflächenmittel z. T. erheblich um das Gesamtmittel. So zeigen die Herkünfte von Vancouver Island Nord und Washington Kaskade Süd auf der Fläche in Bensheim hervorragendes Wachstum, während diese Gebiete in Bremervörde und z. T. in Treysa deutlich schlechter abschneiden. Dies spricht für die große Anpassungsfähigkeit der Herkünfte aus dem Küstengebiet und aus den Nord-Kaskaden in Washington, verglichen mit den anderen Herkunftsgemeinden. Andererseits zeigt diese Darstellung, daß es durchaus möglich scheint, für bestimmte Anbaugemeinden auch aus anderen Herkunftsgemeinden als Washington Küste und Washington Kaskade Nord für den Anbau gut geeignete Herkünfte zu finden.

Die Unterschiede in der Wuchsleistung der Einzelherkünfte auf den verschiedenen Flächen sind verständlicherweise noch deutlich größer, was sich auch in der hochsignifikanten Interaktionskomponente bei den Varianzanalysen niederschlägt (Tab. 4).

Bei den 35 ausgewählten Herkünften, die an allen Anbauorten vertreten sind, haben die folgenden Herkünfte bei guter bis sehr guter Wuchsleistung ein hohes Leistungsniveau auf fast allen Standorten:

- 1073 Grays Harbour, Washington Küste
- 1076 Mason Matlock, Washington Küste

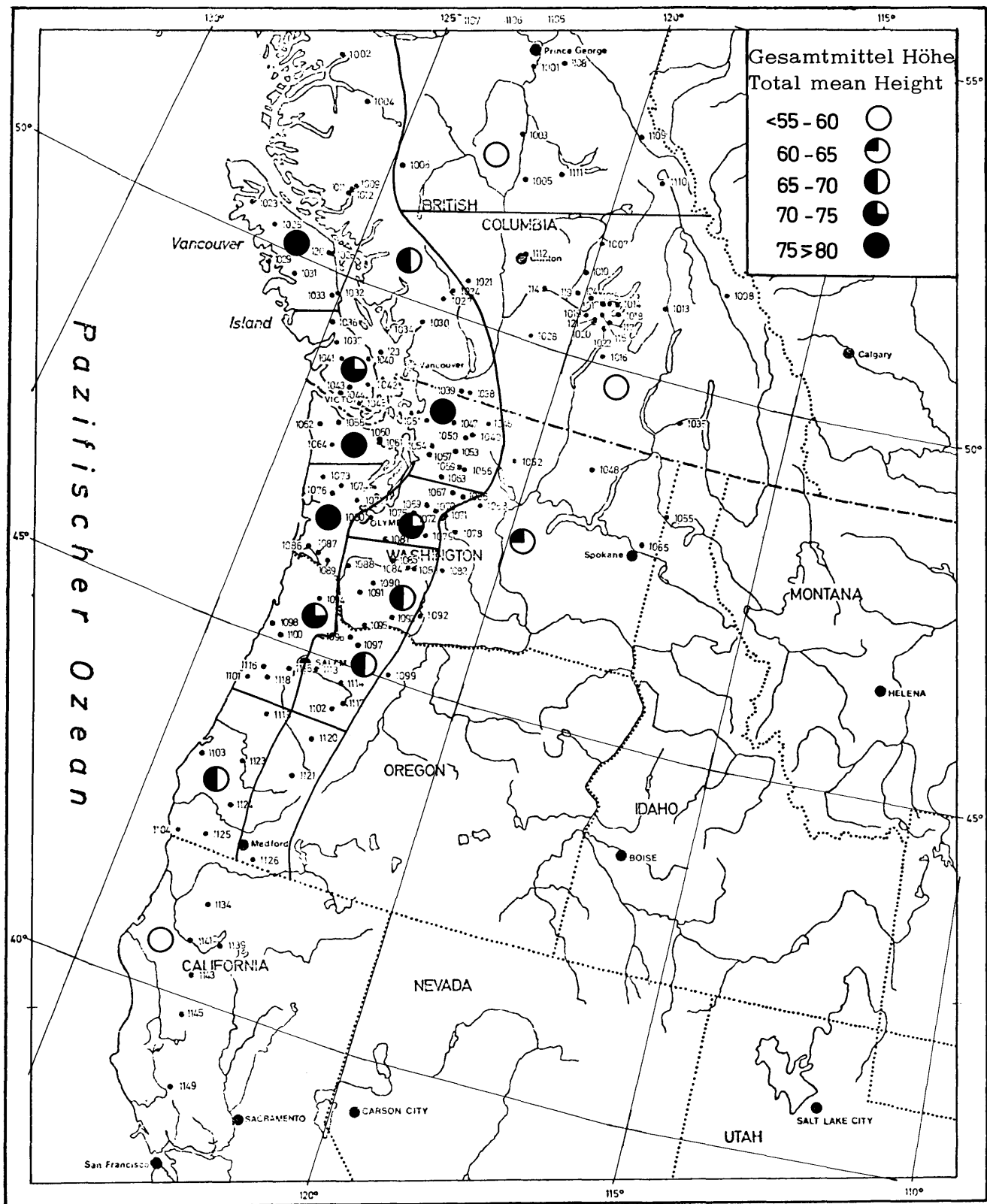


Abbildung 4. — Höhenwuchsleistung zusammengefaßt in Herkunftsregionen
 Height Growth Performance Summarized by Provenance Region

Tabelle 3. — Korrelation für die Mittelhöhen der Herkünfte über die Anbauorte
Correlation for the Mean Height of Provenances over the Cultivation Sites

	Heigenbrücken 201	Treysa 311	Neuhof 313	Bensheim 315	Bremervörde 404	Katzeneinbogen 505	Neumünster 506
201 1	1.0000*						
311 1	.6563*	1.0000*					
313 1	.6629*	.8362*	1.0000*				
315 1	.6997*	.8323*	.9042*	1.0000*			
404 1	.4691	.5947*	.5206	.5150	1.0000*		
505 1	.4715	.4625	.4493	.4974	.4258	1.0000*	
506 1	.5150	.4741	.4836	.4615	.7101*	.5334*	1.0000*

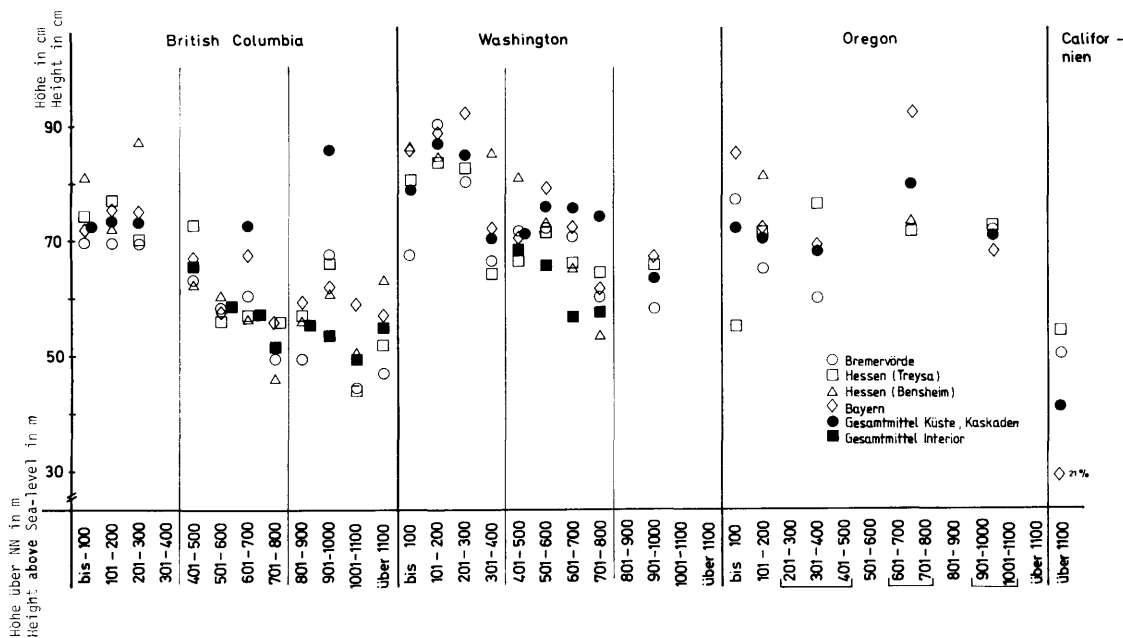


Abbildung 6. — Wuchsleistung der Herkünfte in Abhängigkeit von der Höhenlage der Herkunftsorte
Growth Performance of Provenance Depending on Elevational Level of Provenance Site

- 1041 Caycuse, Vancouver Island Süd
- 1077 Mason Shelton, Washington Küste
- 1032 Courtenay, Vancouver Island Süd
- 1061 Louella, Washington Küste

Gliedert man die Herkünfte auf die Samenzonen in Kanada und in den USA auf, so ergibt sich die in Tab. 5 und Abb. 9 dargestellte Reihenfolge für die Höhe.

Samenzonen, die nur mit nur einer Herkunft vertreten waren, wurden zusammengefaßt. Die nicht aufgeführten Samenzonen waren im Versuch nicht durch Herkünfte repräsentiert. Auch bei dieser Aufgliederung liegen die Herkünfte aus Washington westlich des Kaskadenkammes und die Herkünfte aus dem südwestlichen British Columbia deutlich an der Spitze. Relativ schlecht schneiden die Kaskaden-Herkünfte aus Nord Oregon und Süd Washington ab, während die Küstenherkünfte aus Oregon aus den Samenzonen 052, 053, 061, 251 und 252 eine überraschend gute Wuchsleistung haben.

Die deutliche Wechselwirkung zeigt, daß man bei Douglasie auf lange Sicht zu regional differenzierteren Anbauempfehlungen kommen muß. Zugleich spiegeln sich darin regionale Witterungsunterschiede im Jahresablauf wider, die sich im Verlauf des Versuches auch in anderer Rich-

tung weiterentwickeln können, da die zurückliegenden Winter ungewöhnlich mild waren.

3.2 Ausfälle

Die Ausfälle betragen im Mittel über alle Flächen und Herkünfte 33%. Die höchsten Ausfälle zeigen die Herkünfte aus Californien, Oregon und aus den Kaskaden von Süd-Washington (Abb. 10). Auffallend groß sind auch die Ausfälle der Herkünfte aus dem Küstengebiet von British Columbia und von Süd-Vancouver Island. Gut schneiden dagegen die Küstenherkünfte vom mittleren und nördlichen Washington und nördlichen Kaskadenherkünften ab. Die geringsten Ausfälle haben die Herkünfte aus dem Interior von Washington und British Columbia. Die Ursachen der Ausfälle wurden nur z. T. erhoben. Es traten sowohl Frühfrostschäden als auch Spätfrostschäden auf, hierbei war die regionale Differenzierung keineswegs so klar wie sie noch im Kampf Stadium festgestellt worden war. Im Mittel wurden Spätfrostschäden bei 56%, Früh- und Winterfrostschäden bei 19% der Pflanzen festgestellt. Deutlich erkennbare Phomopsis wurde bei weniger als 1% der Pflanzen gefunden und knapp 3% der Pflanzen waren chlorotisch (Abb. 11).

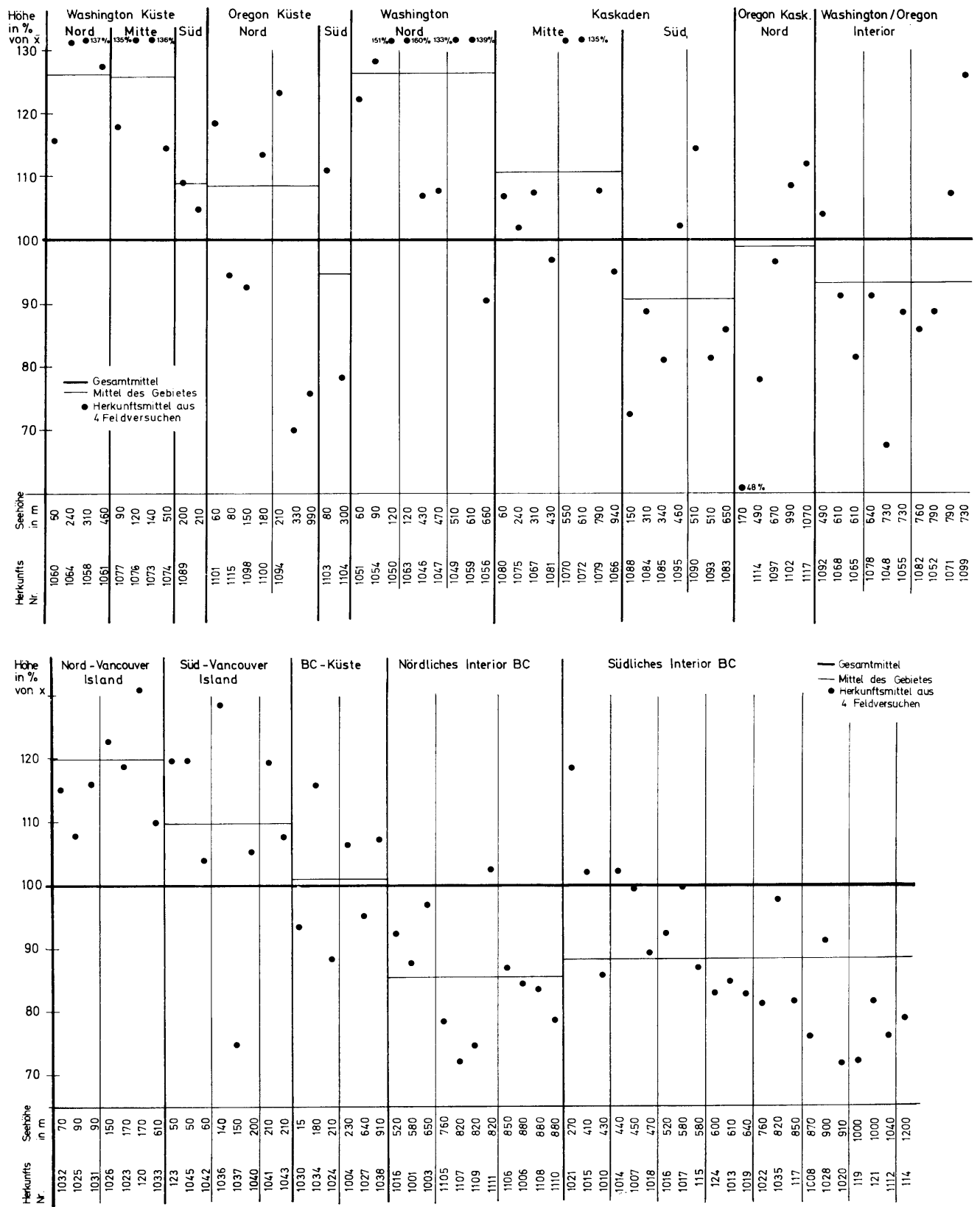


Abbildung 5. — Höhe gegliedert nach Seehöhe der Herkunftsorte
 Height organized by Elevation of Provenance Site

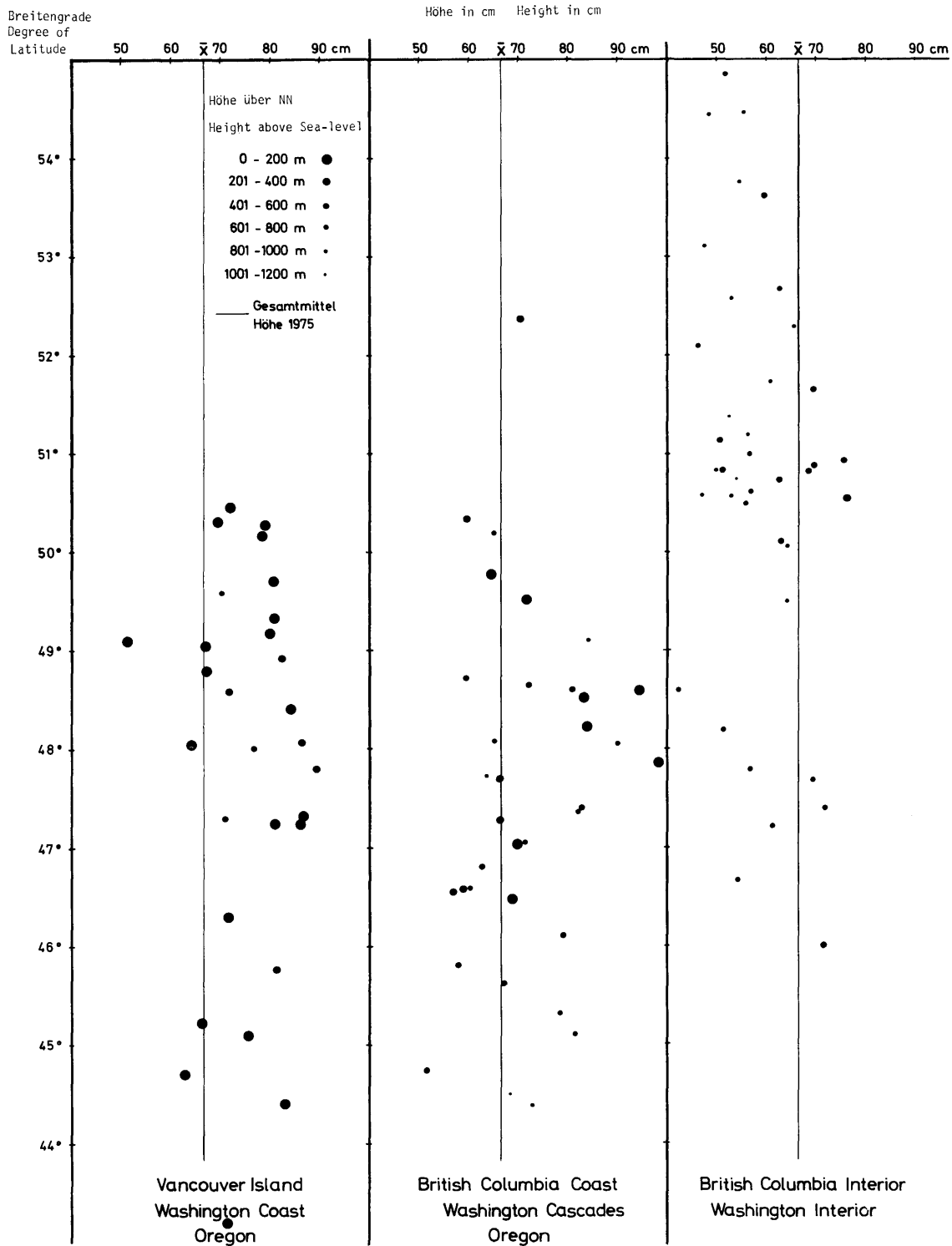


Abbildung 7. — Höhenwuchsleistung in Abhängigkeit von Höhenlage, Küstennähe und geographischer Breite der Herkunftsorte
Height Growth Performance Depending on Elevation, Coastal Proximity and Geographical Latitude of Provenance Site

Ein erheblicher Teil der Ausfälle wird auf Trockenheit nach Pflanzung und Anwuchsschwierigkeiten zurückzuführen sein, die durch Unkrautkonkurrenz, folgende Frostschäden u. a. noch verstärkt worden sind.

Gliedert man die Ausfälle nach Ländern und Höhenlagen (Abb. 12), so fallen in British Columbia und Oregon die Ausfälle mit zunehmender Höhenlage ab, der Einfluß

der Höhenlage erklärt 50 % der in den Ausfällen auftretenden Streuung. Für Washington ist diese Korrelation nicht signifikant und erklärt weniger als 10 % der auftretenden Streuung. Besonders in Oregon sind die Herkunftsorte aus Höhenlagen bis 500 m z. T. so empfindlich, daß die Ausfälle 80 % übersteigen und damit eine Größenordnung erreichen, die für die praktische Forstwirtschaft nicht mehr

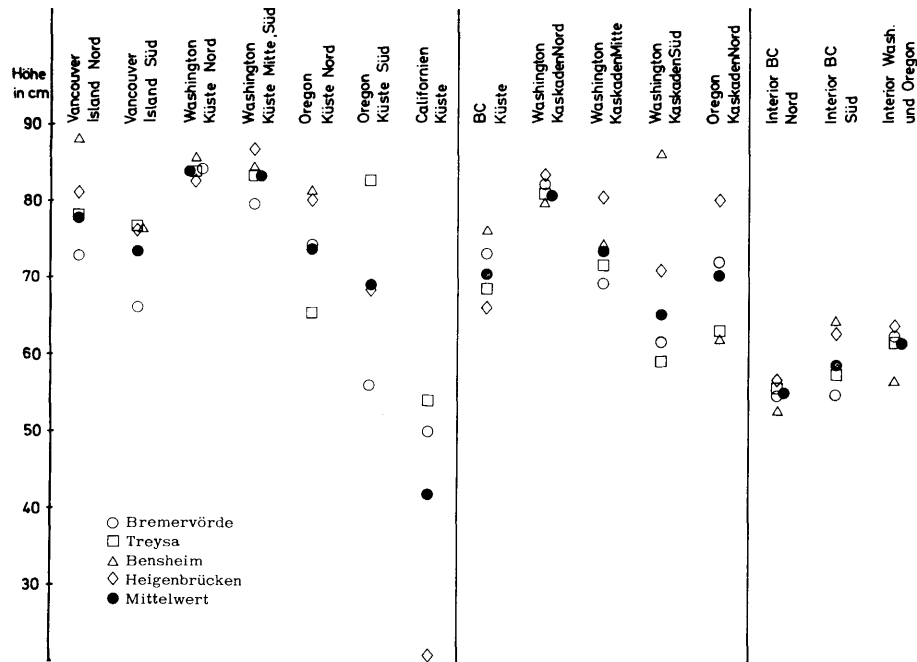


Abbildung 8. — Mittlere Wuchsleistung der Herkunftsgebiete auf 4 Versuchsflächen
Mean Growth Performance 4 Provenance Regions in 4 Field Experiments

Tabelle 4. — Varianzanalyse für die Höhe 1975 (2-Wege-Kreuzklassifikation, orthogonal, gemischtes Modell)
Variance Analysis for 1975 Height 2-Way-cross classification, orthogonal combined model, Aggregate Mean = 63 cm).

Variationsursache Source of Variation	Freiheitsgrade Degrees of Freedom	SQ SQ	MQ MQ	F F
Herkünfte Provenances	34	92349,621	2716,165	10,6***
Orte Places	6	46596,225	7766,038	30,3***
Herkünfte x Orte Provenances x Places	204	52294,005	256,343	1,91***
Rest Remainder	490	65577,616	133,832	
Gesamt Total	734	256817,465		

vertretbar ist. Die Aufteilung der Ausfälle auf die Samenzonen bestätigt dieses Bild (Abb. 13).

3.3. Form

Zur zusammenfassenden Beurteilung aller Herkünfte wurde eine mittlere Formnote gebildet, in welche die 7 Einzelnoten je Herkunft eingegangen sind. Der numerische Wert der Formnote ist umso geringer, je besser die Form ist. Die beste Form haben danach die Küstenherkünfte in Washington, gefolgt von den Nordkaskaden in Washington. Am schlechtesten schneiden die Herkünfte aus dem Interior von British Columbia ab (Abb. 14). Die regionale Verteilung der Form zeigt viele Übereinstimmungen mit der Verteilung der Höhe (Abb. 4). In beiden Fällen liegt das Küstengebiet Washingtons gefolgt von den Nordkaskaden an der Spitze, während das Interior von British Columbia am schlechtesten abschneidet. Besonders Früh-

frost und Spätfrost haben gesichert negative Auswirkungen auf den Anteil gerader Pflanzen einer Herkunft (Tab. 5).

Die Aufteilung in Samenzonen (Abb. 15) bestätigt das Ergebnis im wesentlichen. Auffallend ist hier das gute Abschneiden der Herkünfte aus dem westlichen Vancouver Island und das schlechte Abschneiden aller Kaskadenherkünfte von Südwestashington und Oregon.

4. Diskussion

Die Ergebnisse der älteren Douglasien-Herkunftsversuche wurden im Teil I (Silvae Genetica (23) 1974, S. 167—176) und in früheren Veröffentlichungen (KLEINSCHMIT 1973, RACZ/KLEINSCHMIT 1978, JESTAEDT 1979) dargestellt. Hier sind besonders die Ergebnisse des IUFRO-Versuchs interessant, die von den älteren Versuchen abweichende oder differenzierendere Ergebnisse gebracht haben.

Tabelle 5. — Aufgliederung der Merkmalsmittelwerte auf Samenzonen
Classification of Characteristic Means to Seed Zones

Lfd. Nr.	Nr. der Samenzone	Herkunfts- land	Anzahl Herkünfte	Höhe \bar{x}	% von \bar{x}	Ausfälle	Form
Subsequent No.	Seed Zone No.	Country of Provenance	Provenance Count	Height	% from \bar{x}	Damage	Form
1	011, 012, 030	W	5	84,0	127	22,0	2,8
2	202	W	2	84,0	127	39,0	3,6
3	402	W	4	77,0	117	31,5	3,4
4	403	W	2	77,5	117	36,5	3,3
5	411	W	3	76,0	115	39,0	3,5
6	1020	BC	10	75,6	115	35,7	3,7
7	231, 232	W	2	75,5	114	35,0	3,1
8	412	W	4	75,5	114	28,3	3,3
9	052, 251, 252, 262	O	3	75,0	114	48,0	3,9
10	053, 061	O	2	75,0	114	78,0	3,4
11	1040, 1050, 1060	BC	3	73,7	112	41,7	3,3
12	440, 041, 042	W	3	72,7	110	43,7	3,9
13	221	W	2	70,5	107	35,0	3,5
14	072, 090	O	2	69,0	105	78,5	4,0
15	451, 461, 462	O	4	68,0	103	50,8	4,0
16	1030, 1010	BC	4	66,8	101	45,0	3,3
17	641, 651, 653, 662	W	4	65,5	99	41,3	4,0
18	621, 622, 631, 632	W	4	65,0	98	26,8	3,9
19	1070	BC	2	63,0	95	48,0	4,3
20	3020, 3030, 3040	BC	7	62,9	95	21,6	3,8
21	422, 430	W	5	61,6	93	61,6	4,2
22	2050, 2060	BC	3	60,7	92	21,0	3,7
23	5010, 5020, 5030, 5060	BC	4	60,0	91	21,8	3,6
24	3070, 3050, 3080, 3090	BC	6	57,8	87	16,0	3,6
25	2040	BC	6	56,3	85	19,3	4,0
26	2030	BC	3	55,3	84	24,7	3,7
27	6010, 6020, 6050, 6080	BC	5	54,2	82	18,4	3,9
28	801, 821, 830	W	3	52,3	79	15,0	3,7

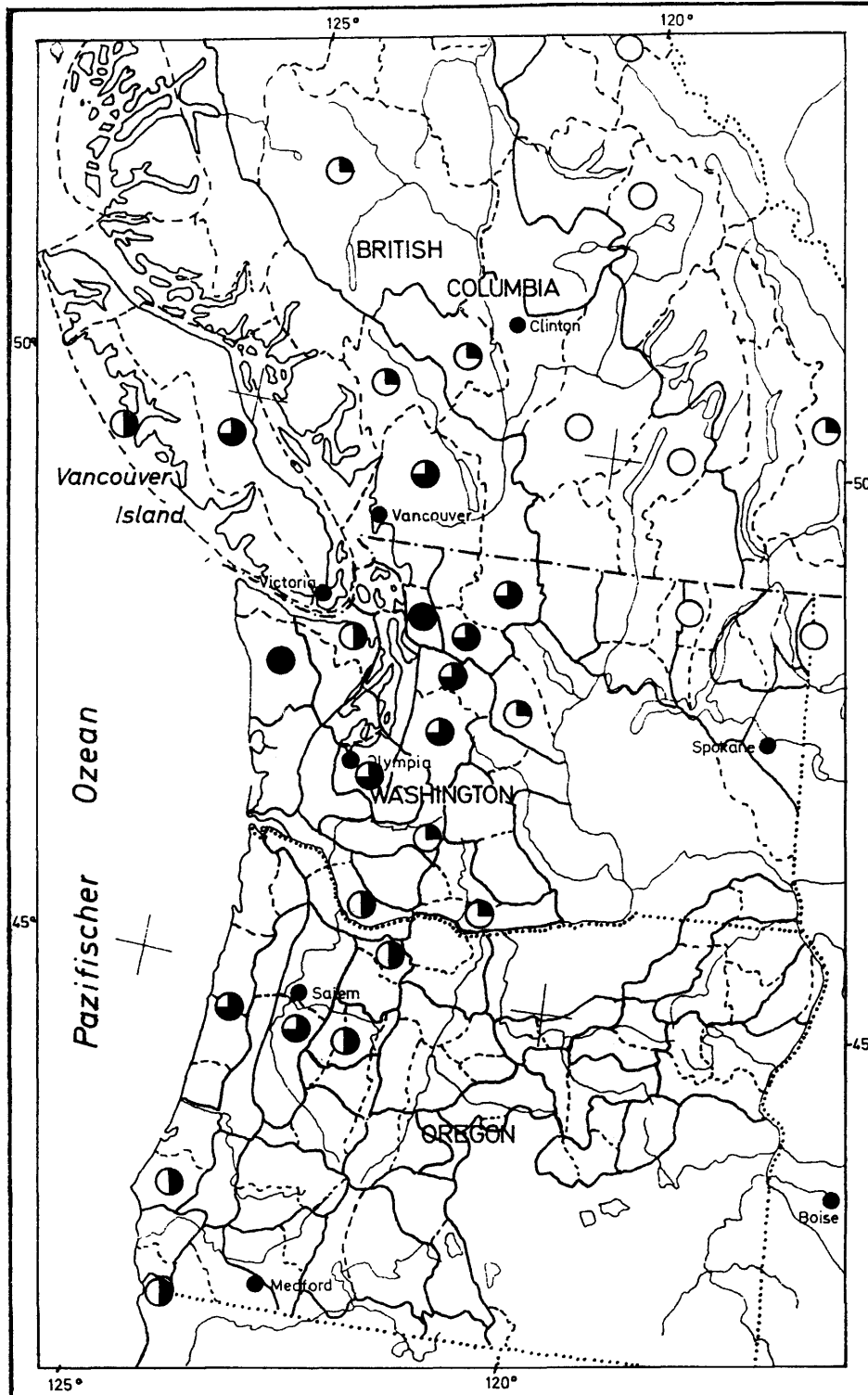
Tabelle 6. — Korrelation der Merkmals-Mittelwerte über alle Herkünfte
Correlation of Characteristic Means over all Provenances

	Ausfälle %	Höhe cm	Form gerade	geschlän- gelt	krumm	Zwiesel	ohne Höhen- trieb	Korbform	Buschform	Spätfrost	Frühfrost	Phomop- sis	Chlorose
	¹ Damage %	² Height cm	³ straight	⁴ snake- like	⁵ bent	⁶ Forked	⁷ without elong- ation shoot	⁸ Basket form	⁹ Bush form	¹⁰ Late Frost	¹¹ Early Frost	¹² Phomop- sis	¹³ Chlorosis
1	1.0000*												
2	.0669	1.0000*											
3	-.3825*	.1881	1.0000*										
4	-.1205	.4391*	.1386	1.0000*									
5	.0998	.1930	-.2966	.0340	1.0000*								
6	.1172	.2117	-.2622	-.1151	.0155	1.0000*							
7	.4002*	-.0125	-.5536*	-.1853	.0328	.1491	1.0000*						
8	.3167*	.0832	-.4735*	-.0993	.0279	-.0786	.2114	1.0000*					
9	.0237	-.6709*	-.8395*	-.5223*	-.2507	-.0597	.0506	.0317	1.0000*				
10	.6218*	.1107	-.6377*	-.3156*	.2852	.1806	.4840*	.4347*	.2514	1.0000*			
11	.5030*	.0620	-.3068*	-.1172	.1886	.1632	.2601	.1431	.0779	.6345*	1.0000*		
12	.2397	-.2089	.2004	-.1058	.1179	-.2319	-.0813	-.1762	-.0312	.1839	.3115*	1.0000*	
13	.2517	-.1563	.0814	-.1619	.1463	-.1178	.0040	-.0242	-.0138	.2143	.1805	.7719*	1.0000*

In Übereinstimmung mit den älteren Versuchen ist die großräumige Abgrenzung der für den Import in die Bundesrepublik Deutschland infrage kommenden Herkunftsbereiche gleich. Sowohl das Interior von British Columbia, Washington und Oregon als auch südliche Herkünfte aus California und Oregon südlich des 44.—45. Breitengrades scheiden für den Import in die Bundesrepublik Deutschland aus. Bei allen Herkünften aus Oregon sind die Ausfälle besonders hoch. Innerhalb dieses großräumigen Ge-

bietes ergeben sich aber auffallende Differenzierungen, die für die Herkunftswahl dann Konsequenzen haben, wenn Alternativen zur Wahl stehen. Diese Differenzierung kann für die Merkmale Anpassungsfähigkeit, Wachstumsleistung, Überleben und Form festgestellt werden, wobei die Einzelmerkmale sich oft gegenläufig verhalten.

Wenn man die Anpassungsfähigkeit der Herkünfte an die unterschiedlichen Standortverhältnisse als eine Optimierung zwischen guter Wachstumsleistung und geringen Aus-

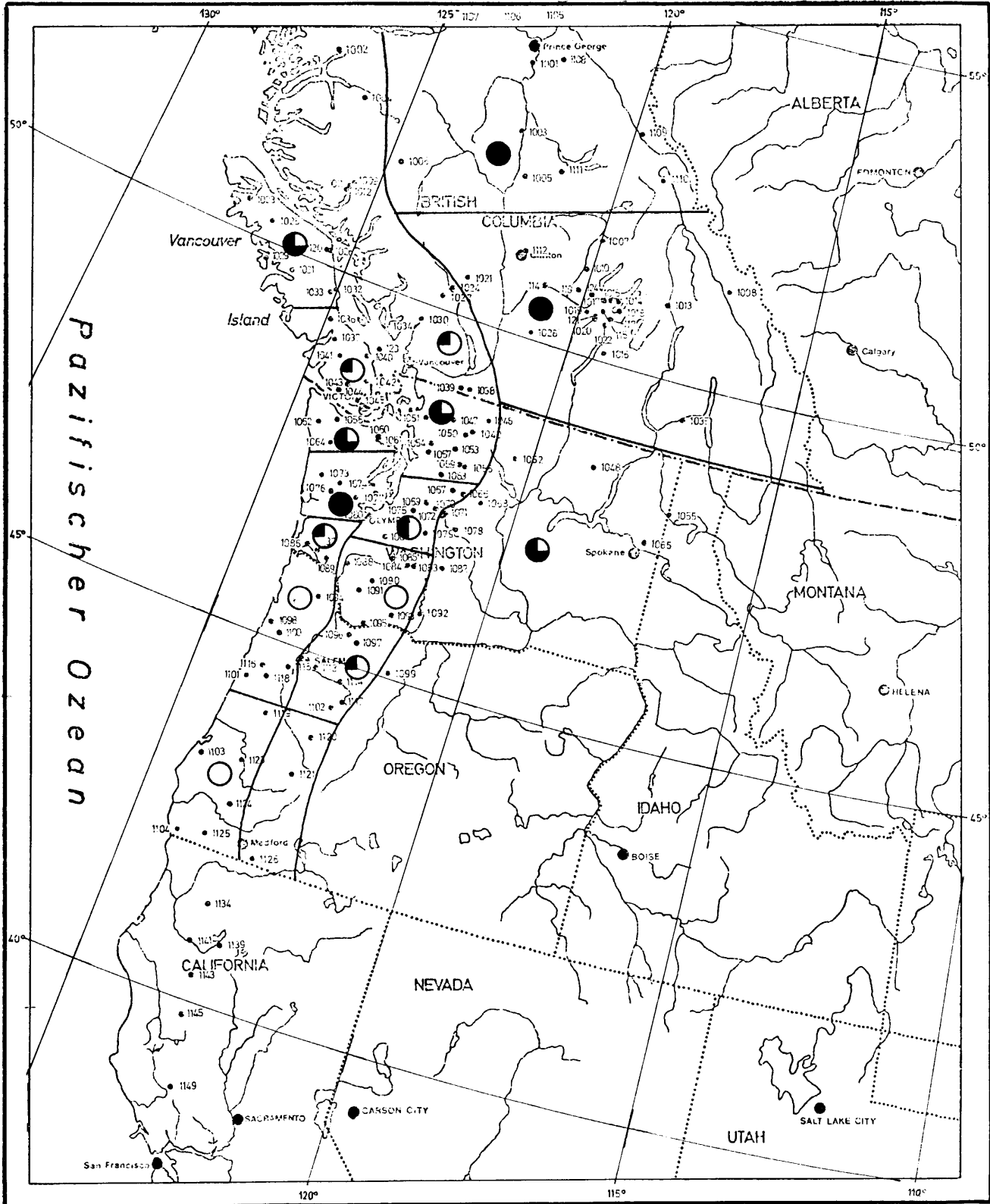


- I. Stufe Feldversuche
 First Phase Field Research
- Höhe in cm
 Height in cm
- 50 - 58
 - ◐ 58 - 66
 - ◑ 66 - 74
 - ◒ 74 - 82
 - 82 - 90

Kegetprojektion
 Kilometer 50 0 50 100 150

Abbildung 9. — Höhenwuchsleistung zusammengefaßt für Samen zonen
 Height Growth Performance Summarized by Seed Zones

Nordamerikanische Westküste



Gesamtmittel Ausfälle in %
Total Mean Mortality in %

Kilometer 50 0 50 100 150

- über 59 - 51 ○
- 51 - 43 ◐
- 43 - 35 ◑
- 35 - 27 ◒
- 27 - 19 ◓

Lamberts Konforme Kegelpjektion
Quellenangabe: Rand Mc Nally
Imperial Map of Canada
C 5202000-21-5-6-7-8

Abbildung 10. — Verteilung der Ausfälle auf Herkunftsgebiete
Distribution of Mortality by Provenance Regions

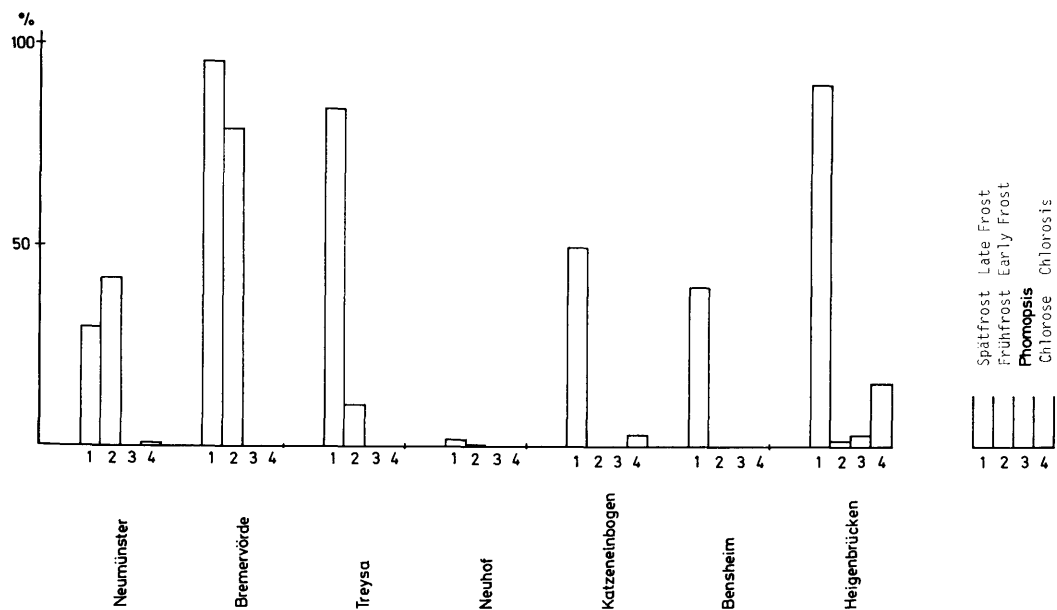


Abbildung 11. — Schadhäufigkeit auf den Versuchsflächen
Damage Frequency of the Field Experiment

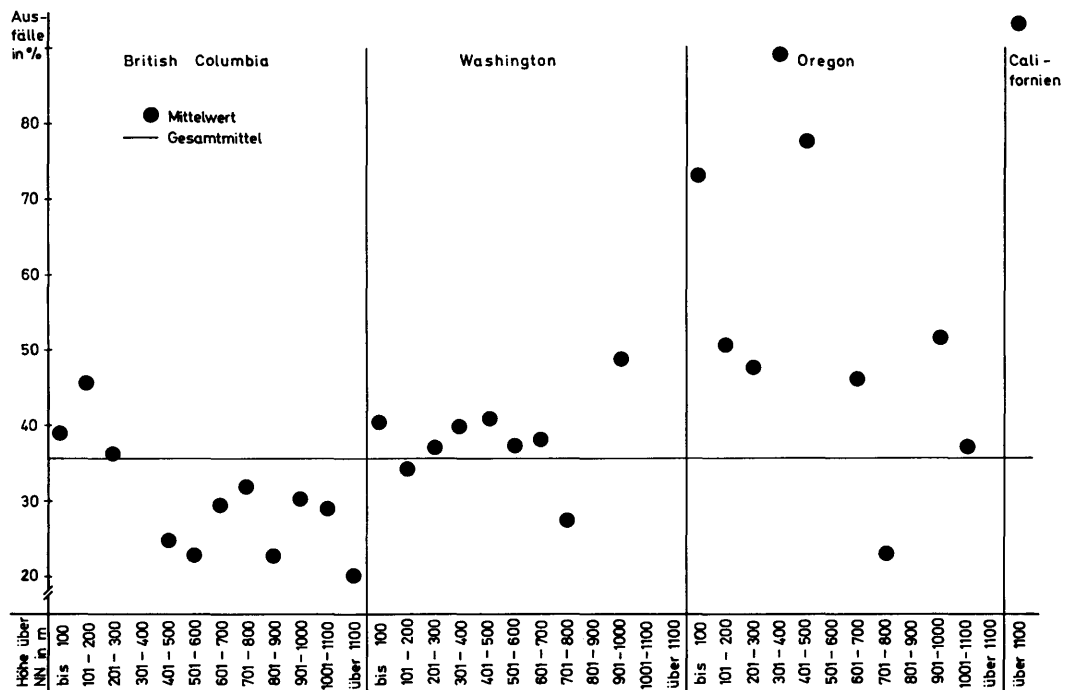


Abbildung 12. — Ausfälle gegliedert nach Staaten und Höhenlagen
Mortality organized by State and Elevation

fällen betrachtet, zeigen die Herkünfte aus dem Küstengebiet und den Nord-Kaskaden Washingtons die größte Anpassungsfähigkeit. Eine mittlere Anpassungsfähigkeit zeigen die Herkunftsgebiete Vancouver Island Nord und Süd, Oregon-Küste Nord und Zentral-Kaskaden in Washington.

Sie haben meistens überdurchschnittliche Wuchsleistung, aber zum Teil auch etwas höhere Ausfälle. Die Herkünfte aus dem Interior haben zwar geringe Ausfälle, aber eine unterdurchschnittliche Wuchsleistung auf diesen Versuchsflächen.

Die Herkünfte mit hoher Anpassungsfähigkeit (= geringer Beitrag zur Interaktionskomponente in der Wuchsleistung) haben auch die geringsten Ausfälle. In dieser Versuchsserie haben alle Herkünfte aus Oregon, die Herkünfte aus den Südkaskaden in Washington und die Herkünfte aus dem Nordteil des Küstengebietes von British Columbia (ausschließlich Vancouver Island) so hohe Ausfälle, daß sie für den praktischen Anbau im Untersuchungsgebiet weniger interessant sind. In der Wuchsform schneiden die Küstenherkünfte aus Washington und die

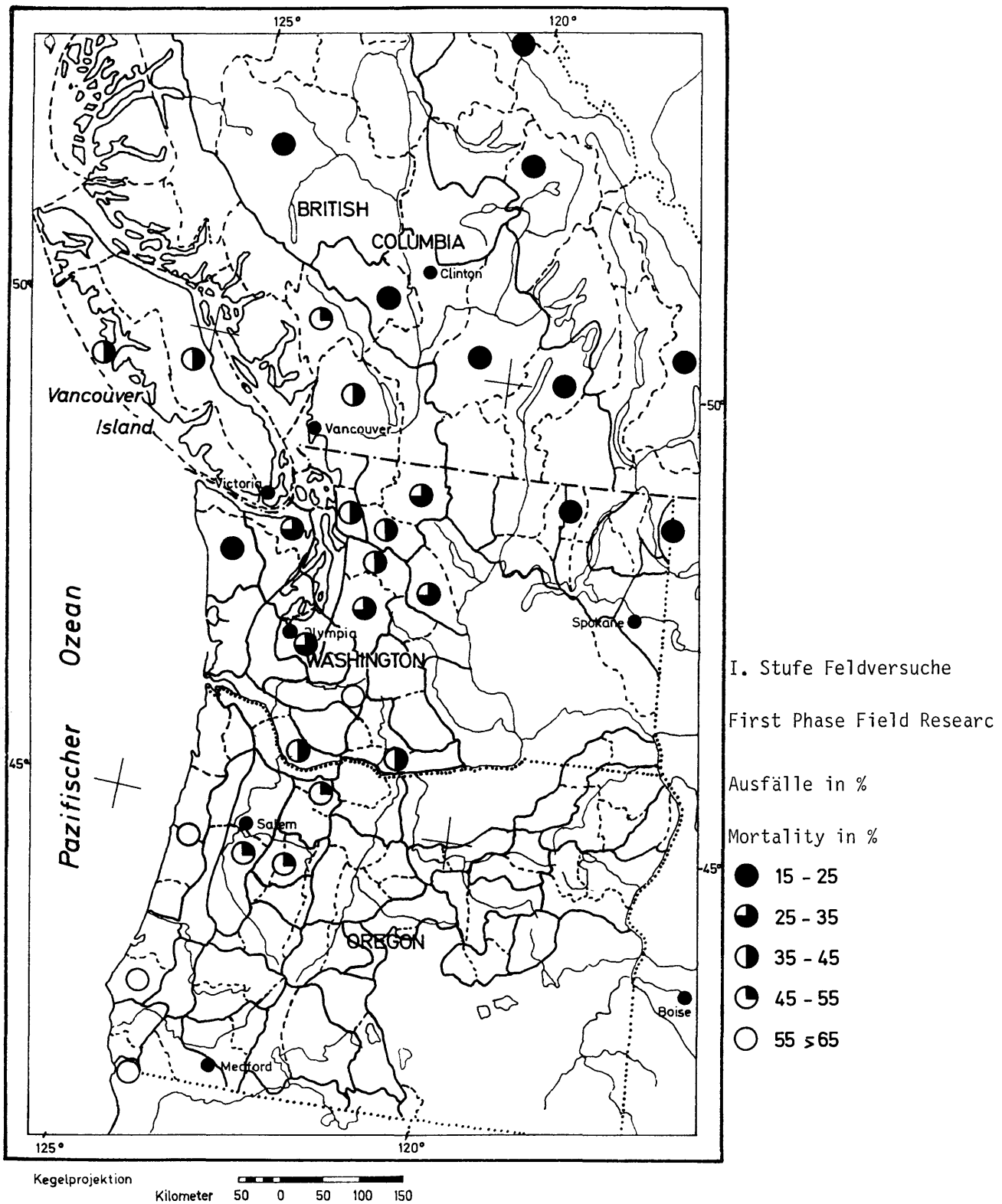
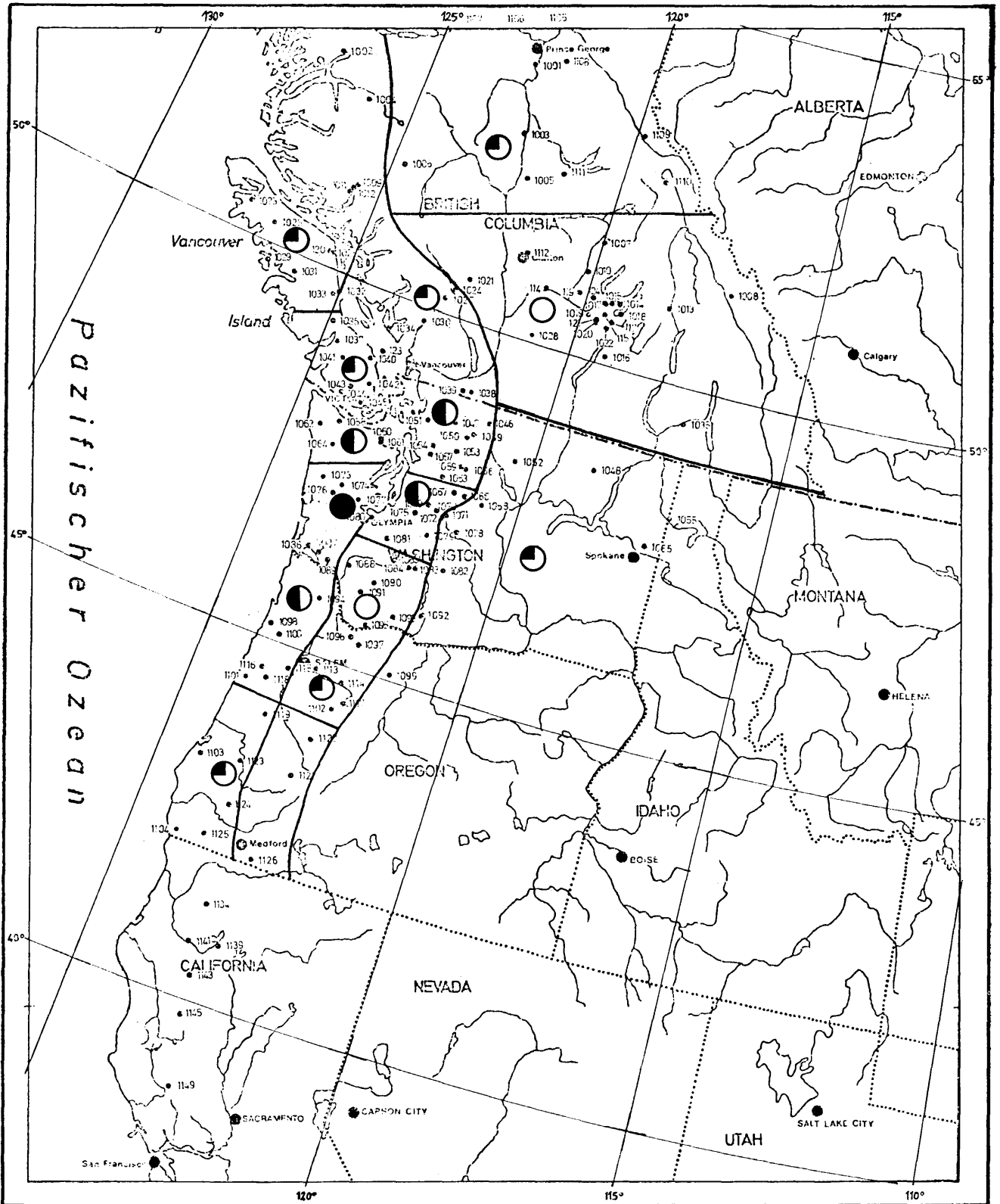


Abbildung 13. — Zuordnung der Ausfälle zu den Samenzonen
Association of Mortality to the Seed Zone

Herkünfte aus den Nord- und Zentralkaskaden in Nord- und Mittel-Washington sowie das Küstengebiet in Nord-Oregon am besten ab. Auffallend schlecht ist die Form der Interior-Herkünfte.

Faßt man alle erhobenen Merkmale für eine Wertung der Herkünfte zusammen, so liegen ganz eindeutig die

Herkünfte aus dem Küstengebiet in Washington und aus den Nord-Kaskaden in Washington an der Spitze. Im mittleren Bereich folgen die Gebiete Vancouver Island, Kaskaden in Mittel-Washington und Küstengebiet von Nord-Oregon. In diesem Bereich haben die Herkünfte aus den tiefsten Lagen die beste Wuchsleistung. Eine weitere Un-



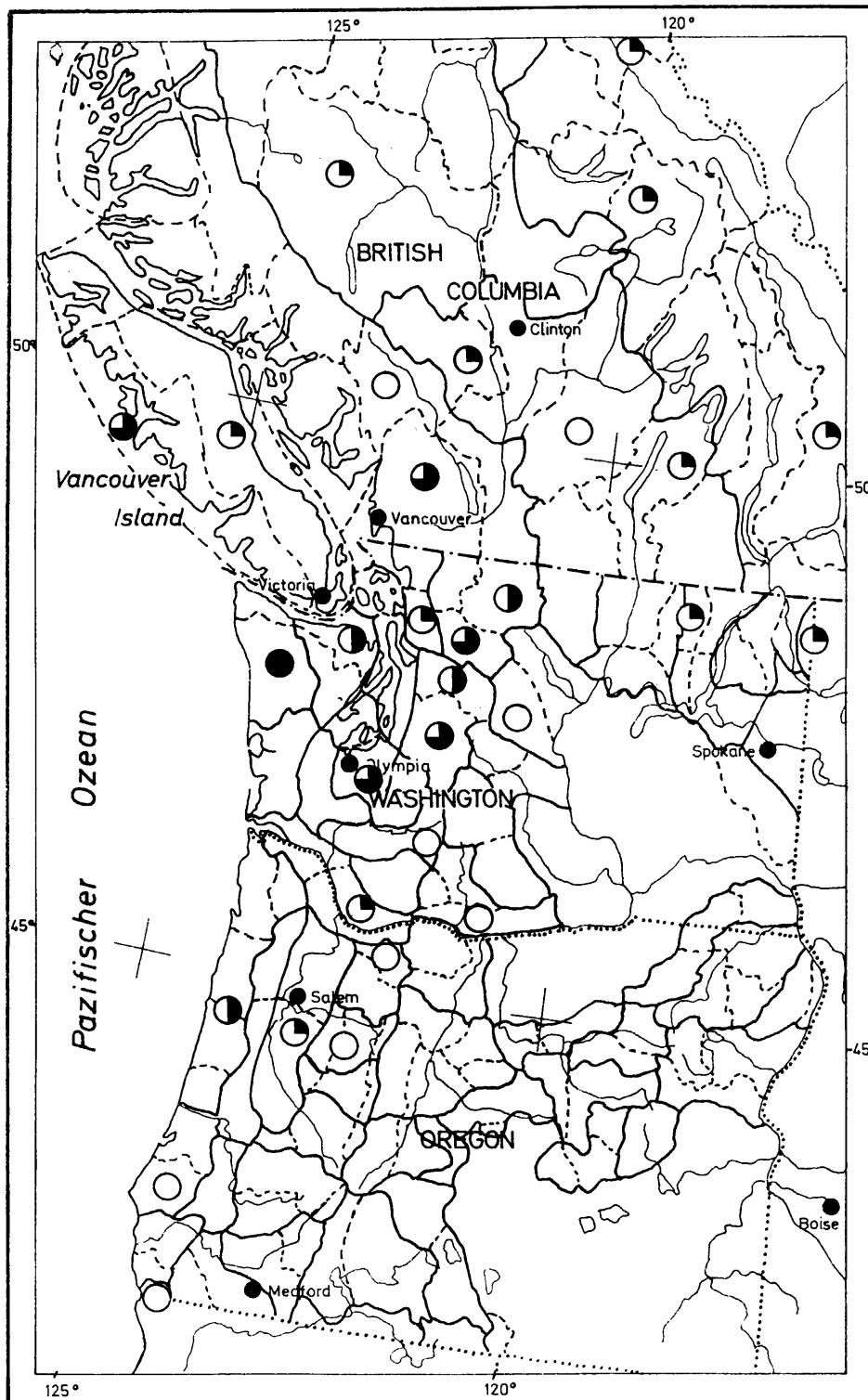
Gesamtmittel Formbonitur
 Aggregate Value of Form Assessment

sehr schlecht	○	very bad
schlecht	◐	bad
mittel	◑	average
gut	◒	good
sehr gut	●	very good

Kilometer 50 0 50 100 150

Lamberts Konforme Kegelpjektion
 Quellenangabe: Rand Mc Nally
 Imperial Map of Canada
 C 5202000-21-5-6-7-8

Abbildung 14. — Zuordnung der Formbonitur zu den Herkunftsregionen
 Association of Form Assessment to the Provenance Region



I. Stufe Feldversuche
 First Level Field Research

- Formbonitur
 Form Assessment
- 2,7 - 3,0 sehr gut
very good
 - ◐ 3,0 - 3,3 gut
good
 - ◑ 3,3 - 3,6 mittel
average
 - ◒ 3,6 - 3,9 schlecht
bad
 - 3,9 - 4,2 sehr schlecht
very bad

Kegelprojektion
 Kilometer 50 0 50 100 150

Abbildung 15. — Zuordnung der Formbonitur zu den Samen zonen
 Association of the Form Assessment to the Seed Zone

tergliederung nach Höhengürteln scheint wenig sinnvoll, weil in der Wuchsleistung keine deutliche Abhängigkeit von der Höhenlage des Herkunftsortes festzustellen war. Ähnliche Feststellungen machte LARSEN (1978) bei seinen Frostuntersuchungen an Douglasienherkünften.

Schlechter schneiden die Herkunftsgebiete Küstengebiet von British Columbia, Südkaskaden Washington und Kaskaden Oregon ab. Das schlechte Abschneiden der Südkaskaden deckt sich nicht mit den Ergebnissen von RACZ/KLEINSCHMIT (1978), die für diesen Bereich eine größere

Zahl von Herkünften untersuchten. Die Interior-Herkünfte liegen am Ende der Skala der hier untersuchten Herkünfte.

Verglichen mit den Baumschulergenernissen hat sich die Rangordnung in den Extremen erhalten, in der Spitzengruppe haben sich aber einige deutliche Verschiebungen ergeben. Die Herkünfte von Vancouver Island und aus den Kaskaden in Oregon sind zurückgefallen, während sich besonders die Küstenherkünfte von Washington weiter nach vorn geschoben haben.

Da die Flächen zum Zeitpunkt der Aufnahme erst 6 Jahre alt waren, können noch Änderungen in der Rangfolge der Höhe eintreten. Die Zahl der Ausfälle, die Wuchsform und die Anpassungsfähigkeit, welche für die praktische Forstwirtschaft nachhaltige Konsequenzen haben, lassen aber bereits jetzt eine differenziertere Betrachtung der

Herkünfte für den Anbau in der Bundesrepublik Deutschland geraten erscheinen.

In Zukunft wird besonders der regionalen Differenzierung von Anbauempfehlungen Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen.

Literatur

HARTMANN, G.: Gefährdung von Douglasienkulturen durch Pilzkrankheiten in Nordwestdeutschland. *Der Forst- und Holzwirt* 32: 73—77 (1977). — KLEINSCHMIT, J., RACZ, J., WEISGERBER, H., DIETZE, W., DIETERICH, H., und DIMPFELMEIER, R.: Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland. *Silvae Genetica* 23: 167—176 (1974). — KLEINSCHMIT, J.: Zur Herkunftsfrage bei der Douglasie. *Der Forst- und Holzwirt* 28: 209—213 (1973). — JESTAEDT, M.: Untersuchungen über die Jugendentwicklung von Douglasienprovenienzen in Hessen und mögliche züchterische Folgerungen. Dissertation (1979). — RACZ, J., und KLEINSCHMIT, J.: Standörtliche Grundlagen für Anbauempfehlungen von Douglasien-Herkünften und erste Ergebnisse der Prüfung von Bestandesbeerntungen aus den USA. *Allgem. Forst- und Jagdzeitung* 149: 101—113 (1978).

Summary of results on European larch (*Larix decidua* Mill.) height growth in the IUFRO 1944 provenance experiment

By M. GIERTYCH

Institute of Dendrology, 63-120 Kórnik, Poland

(Received July / November 1979)

Summary

Data on height growth published so far from the IUFRO 1944 provenance experiment on European larch (*Larix decidua* MILL.) is evaluated. For each planting site the latest published height measurements were converted to units of standard deviation from the site mean. These deviations are plotted separately for each provenance onto a map of all the experimental sites. It is then possible to see the relative performance of each provenance on all the sites where it was tested. Best growing provenances come from the Sudetan and west Carpathian region. Performance declines in all directions from the optimal region, particularly westwards, so that west Alpine provenances demonstrate poorest growth. Siberian larch is of no use except in Finland and Japanese larch demonstrated average performance, no better than domesticated populations of European larch. *L. × eurolepis* has good growth potential even in further generations, and over a variety of sites. Genotype x environment interaction is considerable for many provenances. It is least for the best growing Sudetan provenances indicating a positive correlation of adaptability with mean height. Growth was inversely correlated with stem form. Since qualitative characters are best improved by individual selection an integration of provenance and seed orchard programs is the recommended breeding strategy.

Key words: *Larix decidua*, provenance, genotype × environment interaction, adaptability.

Zusammenfassung

Die bisher veröffentlichten Ergebnisse von Messungen der Baumhöhe des IUFRO Lärchenprovenienzversuches

(*Larix decidua* MILL.) von 1944 wurden zusammengefaßt. Hierbei wurden die auf den Versuchsflächen zuletzt erhaltenen Werte in Einheiten der Standardabweichung vom Versuchsflächenmittel ausgedrückt und getrennt für jede Provenienz in eine Landkarte eingezeichnet, die alle Versuchsorte umfaßt. Auf diese Weise wurde es möglich, die relative Wuchsleistung jeder Lärchenherkunft auf allen Versuchsflächen, auf denen diese vorkommt, zu beurteilen.

Die am besten wachsenden Herkünfte stammen aus den Sudeten und Westkarpaten. Die Wuchsleistung wird von diesem Optimalgebiet ausgehend, nach allen Richtungen hin geringer, besonders aber nach Westen hin, so daß alpine Provenienzen die niedrigsten Werte für den Höhenwuchs aufweisen.

Die Sibirische Lärche hat sich mit Ausnahme von Finnland als unbrauchbar erwiesen und die Japanische Lärche erreichte nur mittlere Werte, ebenso die eingeführten Populationen von Europäischer Lärche. Die Wuchspotenz der *Larix × eurolepis* ist gut, auch in den nächsten Generationen und auf unterschiedlichen Versuchsflächen.

Die Genotyp x Umwelt Interaktion ist für viele Provenienzen auffällig. Sie ist aber am niedrigsten bei den am besten wachsenden Sudetenherkünften, woraus auf eine positive Korrelation der Anpassungsfähigkeit mit mittlerer Baumhöhe geschlossen werden kann. Der Wuchs ist jedoch mit der Stammform negativ korreliert.

Da qualitative Merkmale am besten durch Individual-Selektion verbessert werden können, wird als Züchtungsstrategie eine Integration der Provenienz- und Samenplantagenprogramme vorgeschlagen.